
Naturkräfte.

Zweiundzwanzigster Band.

(Doppelband.)

Zweite Hälfte.

Die

Insekten.

Von

Dr. Vitus Graber,
k. k. o. ö. Professor d. Zoologie a. d. Universität Czernowitz.

Zweiter Theil.
(Doppelband.)

Vergleichende Lebens- und Entwicklungsgeschichte der Insekten.

II. Hälfte.

Mit vielen Original-Holzschnitten.

München.
Druck und Verlag von R. Oldenbourg.
1879.

Vorwort.

Aus den zahlreichen freundlich-nachsichtigen Beurtheilungen, welche der erste Theil dieses Werkes, trotz seiner vielen Unvollkommenheiten, zumal in der deutschen und englischen Presse erfahren hat, schöpfe ich die Hoffnung, daß auch der endlich complet vorliegende Doppelband, der die so ungemein interessante Geschichte des Lebens und Werdens der Insekten behandelt, sich einigen Beifall erringen werde.

Es gibt allerdings viele entomologische Handbücher, die theils viel unterhaltender, theils ungleich reicher an zusammengetragenen Thatsachen sind, wie unsere Schrift, die auf einen solchen Titel ohnehin keinen Anspruch macht; trotz ihres geringen Umfanges und allgemeineren Zweckes dürfte aber ihr Gehalt vielleicht doch in einigem Verhältniß zu dem stehen, was selbst in größeren Compendien zu finden ist.

Vor Allem möchte aber dies zu beachten sein. Es lag, schon vom ersten Anfange an, nicht im Entferntesten in meiner Absicht, aus den vorliegenden populären und streng wissenschaftlichen Werken über Insekten ein neues zu compiliren; ich strebte vielmehr eine hauptsächlich auf eigene und eigens zu dem Behufe unternommene Forschungen begründete selbständige, möglichst anschauliche und anregende Darstellung gerade jener umfangreichen Gebiete der Insektenkunde an, die in anderen Werken dieser Art theils, wie z. B. die Entwicklung im Ei, gar nicht behandelt, theils, wie die Erscheinungen der

Metamorphose und auch gewisse anatomische, physio- und biologische Verhältnisse oft ziemlich oberflächlich und gedankenlos abgethan werden, und glaubt der Verfasser nicht bloß zur Popularisirung, sondern auch zur Erweiterung dieser Disciplinen Einiges beigetragen zu haben.

Daß aber von meiner Seite wirklich so Manches geschehen ist, sowohl um in vereinzelte und unverstandene Thatsachen einen Zusammenhang zu bringen, als auch um viele unbekannte oder zweifelhafte Punkte aufzuhellen, dürfte wohl aus den meisten Abschnitten zu ersehen sein, und ein paar Zusätze am Schlusse dieses Bandes geben auch Kunde davon, daß ich noch fort und fort an der Verbesserung des Buches thätig bin. —

Zum Schlusse danke ich noch dem Herrn Custos A. Rogenhofer für die Freundlichkeit, womit er mir seinerzeit bei der Durchsicht der reichen Schätze des k. k. zoologischen Museums in Wien an die Hand ging, sowie den Herren Studiosen A. Schmidhammer und Otto Peters, welche einige sehr hübsche Zeichnungen lieferten.

Czernowitz, zu Pfingsten 1879.

V. Graber.

Inhalt.

I. Vergleichende Lebensgeschichte.

II. Vergleichende Entwicklungsgeschichte.

VII. Kapitel.

Gattungsleben und Zeugung der Insekten.

Ueberall und aufs deutlichste spricht es sich aus, daß das Dasein der Kerfe kein bloßes Vegetiren, kein rein innerliches und verstecktes Lebendigsein, sondern daß es ein wirkliches und noch dazu das bewegteste, kräftigste und thatenreichste Leben ist.

Mögen aber, in diesem Punkte, die Insekten sich kühn neben die allervollkommensten Lebewesen stellen, in Einem verräth sich doch ihre niedere Stellung und Herkunft: in der Flüchtigkeit, im raschen Vergehen ihrer individuellen Existenz.

Der gesammte Lebensgang des Insekts hat, vom Standpunkt des Einzelnen betrachtet, in der That viel Tragisches, denn es ist, als Individuum genommen, sozusagen gar nichts; es existirt, es gewinnt Bedeutung nur im Zusammenhang mit dem Leben der Art.

Bei der anfänglichen körperlichen Unfertigkeit verläuft seine Jugend überaus einförmig. Die Natur zwingt ihm freilich die reichlichste Nahrung auf, aber gewiß weniger um es daran zu ergötzen, als um es für seine künftige Bestimmung tüchtig zu machen. Die Larve ist receptiv, um später produktiv sein zu können. Die Natur thut auch viel zu ihrem Schutze, sie lehrt ihr zu dem Zwecke mannigfache Fertigkeiten und Künste, doch abermals nur, um es desto sicherer auf den Punkt zu bringen, „wo sie es haben will“.

Endlich bekommt es seine definitive vielversprechende Organisation, die ihm eine schöne Zukunft eröffnete. Nun muß es aber sofort das von sich geben, was es früher erworben, es muß zeugen, und zwar nicht allmälig, periodisch, in abgemessenen Zeiträumen, sondern bis zur totalen Erschöpfung, und was speciell den zumeist betroffenen, den Weibchen noch an Kraft übrig bleibt, das muß es aufwenden, um die Brut zu versorgen. Ist es mit diesem, wie wir von früher wissen, überaus mühseligen Geschäft zu Ende, hat es so und so viele Bruthöhlen gebaut, so und so viele Ladungen Aetzung eingetragen, dann stände es ihm allerdings frei, auch einmal ganz für sich zu leben und den Rest seiner Tage angenehm zu beschließen.

Wie aber soll das durch die Zeugung geschwächte und durch die Brutpflege völlig entkräftete Kerf, dessen Werkzeuge zudem in vielen Fällen äußerst defekt geworden, dessen Beine lahm, dessen Flügel zerrissen, dessen Kiefer und Krallen abgestumpft sind, in der Sorge um das tägliche Brod den unausbleiblichen Kampf mit den jüngeren noch rüstigen Artgenossen aufnehmen? Die Funktionen der Arterhaltung haben ihm die Fähigkeit zur Selbsterhaltung genommen; wenn es auch noch leben möchte, so könnte es doch nicht.

Dies ist das an und für sich völlig zielunbewußte, für die Erhaltung, Vermehrung und Vermannigfaltigung des Kerfbestandes aber äußerst zweckentsprechende Walten der Natur, wobei eine Vollkommenheit die andere hervorruft: der hohe Entwicklungszustand der Zeugenden die große Zahl der Nachkommen und die Möglichkeit, sie gut zu versorgen; letztere aber den Zwang, dies zu thun, und damit die stetig sich steigernde Verbesserung des gesammten Arterhaltungs-Apparates.

Sexuelle Zuchtwahl.

Soweit unsere Erfahrung reicht, sind alle Insekten, wenigstens in dem hinlänglich charakterisirten Zustand ihrer Vollendung getrennten Geschlechtes, d. h. jede Art besteht aus Männchen und Weibchen und da die Möglichkeit der Zeugung, d. h. der Produktion entwicklungsfähiger Eier an das Stattfinden der Vereinigung der beiden Sexus geknüpft ist, so muß der betreffende Vorgang zugleich als die Hauptaktion der Arterhaltung bezeichnet werden.

Und in der That kommt alles auf dieselbe an. Von ihr hängt es ab, nicht bloß ob die Art überhaupt sich fortpflanzt oder weiter existirt, und wie viele Paare mit der Artüberlieferung betraut sind, es hängt davon auch ab, wie dieselbe überliefert wird.

Dies bedarf einer ausführlicheren Erläuterung

Der Leser erinnere sich zunächst daran, daß bis zum Zeitpunkt, wo die laufende Generation die Zeugungsfähigkeit erlangt, ein großer, ja der allergrößte Theil derselben nicht mehr am Leben ist. Viele kamen schon als Embryonen um, andere als Larven, ein dritter Theil wurde im Puppenzustand dahingerafft und manche mußten auch gleich nach ihrer Vollendung das Leben lassen. Auf alle Fälle sind also der Ueberlebenden nur äußerst wenige, vielleicht von jeder Brut nur ein einziges Pärchen — vielleicht auch von vielen Bruten nur ein Männchen oder ein Weibchen. Das Eine aber ist evident, daß die überlebenden Individuen im Ganzen und Großen wirklich die Auserlesenen, die Elite der ganzen Generation vorstellen, und von solchen Ehekandidaten läßt sich erwarten, daß sie auch tüchtige Kinder hervorbringen, die den harten Kampf ums Dasein gleichfalls glücklich bestehen werden.

Hier erfüllt sich aber der Spruch: „Viele sind berufen, und nur wenige sind auserwählt“. Die Natur hält nämlich noch eine zweite Auslese, eine förmliche Superarbitrirung ab.

Die Bedingung und Veranlassung für diese letzte und entscheidende Zuchtwahl ist aber keine andere als die der vorhergehenden, nämlich die Veränderlichkeit in der ganzen Erscheinungsweise der Kerfe. Dieselbe bezieht sich: erstens auf die Entwicklungsdauer der beiden Geschlechter im Allgemeinen sowohl, als auf jene der einzelnen Individuen; zweitens auf das Zahlenverhältniß der beiden Sexus und drittens auf die körperliche Beschaffenheit der Betheiligten.

Wenn es in der Natur wirklich überall und allzeit so nett und ordentlich herginge, wie vielfach behauptet wird, dann müßten offenbar Männchen und Weibchen nicht bloß in gleicher Anzahl, d. h. genau paarweise vorhanden sein, sie müßten auch möglichst gleichzeitig zeugungsbereit werden. Man kann aber sagen, daß die verlangte Regel hier die Ausnahme bildet. — Untersuchen wir zuerst das zeitliche Verhältniß. Man kennt zahlreiche Insekten, bei welchen die Weibchen erst dann erscheinen, wenn der größte Theil der früher reifgewordenen Männchen bereits mit Tod abgegangen. Die Folge davon ist, daß, von ihren übrigen Eigenschaften ganz abgesehen, jene Weibchen, welche zuerst, und jene Männchen, welche zuletzt reif werden, die meiste Aussicht zusammenzukommen haben. Da aber die Eigenthümlichkeit ihrer Organisation, vermöge welcher sich die ersteren rascher und die letzteren langsamer entwickeln als andere Artgenossen, sich auch auf die Kinder vererbt, so wird voraussichtlich bei der nächsten Generation das Erscheinen beider Theile näher zusammenfallen und so also lediglich durch Zuchtwahl, welche die verfrühten und verspäteten Individuen

von der Begattung ausschließt, eine für die Arterhaltung bessere Ordnung der Dinge angebahnt.

Was den zweiten Punkt, d. i. das numerische Verhältniß der beiden Sexus anlangt, so sind in der Regel entweder überhaupt mehr oder weniger Individuen vom einen als vom andern Geschlecht vorhanden, oder es tritt, bei sonst gleicher Anzahl, auch der obige Fall der ungleichzeitigen Entwicklung ein. Unter der Voraussetzung, daß jedes Männchen nur ein Weibchen befruchtet, wird bei ungleicher Zahl der beiden Sexus die Anzahl der befruchteten und Nachkommenschaft liefernden Weibchen auf alle Fälle geringer sein, als wenn bei der gleichen Anzahl von Individuen beide Geschlechter paarweise vertreten wären. So werden beispielsweise bei Halictus sexnotatus K., bei welcher H. Müller unter 56 Individuen 54 ♀ und 2 ♂ fand, nur 2 ♀ Nachkommenschaft haben, während bei gleicher Vertheilung $(54 + 2) : 2 = 28$ eine solche haben könnten. Andererseits werden bei Halictoides dectiventris, wo unter 87 Individuen sich 2 ♀ und 85 ♂ fanden, gleichfalls nur 2 ♀ zeugungsfähig, während beim richtigen Verhältniß $(2 + 85) : 2 = 43$ es sein könnten, so daß hier also die Natur einen Ausfall von 41 möglichen Bruten verschuldet.

Untersuchen wir nun zunächst den letzten der genannten Fälle, d. i. den, wo die Weibchen in der Minderzahl sich befinden, so ist der Nachtheil für die Artvermehrung offenkundig und nicht wieder gut zu machen. Es fragt sich nur, ob nicht doch in gewissem Sinne auch ein Vortheil damit verknüpft ist. Dabei haben wir abermals zwei Fälle zu unterscheiden, den, der als Regel gelten mag, daß jedes Weibchen nur einen Mann zuläßt, und den andern, den wir seinerseits bei der Feldgrille festgestellt, wo ein Weibchen den Befruchtungsstoff mehrerer Männchen in sich aufnimmt.

Nehmen wir zunächst den letzteren Fall und zwar unter der völlig richtigen Voraussetzung, daß die einzelnen Männchen

unter sich mehr weniger verschieden sind, so muß man die Möglichkeit einräumen, daß aus den mit einem solchen Misch-Samen befruchteten Eiern Junge entstehen, welche verschiedene an ihren männlichen Erzeugern getrennt vorkommende Abänderungen in sich vereinigen, die also von ihren Erzeugern mehr abweichen, als letztere untereinander.

Da aber im Allgemeinen in keinem der beiden Fälle ein Weibchen von allen überzähligen Männchen sich befruchten läßt, so ist die Hauptfrage immer die, welche denn dieser Gunst theilhaftig werden. Wären sie körperlich gleichgestellt, so würde offenbar das zufällige Zusammensein oder Zusammentreffen entscheiden. Da sie dies aber im Allgemeinen nicht sind, so werden gewisse Eigenschaften derselben den Ausschlag geben. Welche aber, das wollen wir gleich an einem concreten Fall ermitteln.

Ein Bienenweibchen ergötze sich im Feld auf einer Blüte. In ihrer Umgebung und nehmen wir an, in gleichen Distanzen von ihr, aber außer Sehweite, befänden sich mehrere zerstreute Männchen. Wir haben nun Grund anzunehmen, daß, wie bei vielen andern Thieren, auch bei den Insekten, die Weibchen zuerst durch gewisse, von ihnen ausgehende Gerüche sich verrathen.

Welches Männchen wird nun zu allererst auf die Gegenwart eines Weibchens aufmerksam werden und sonach also auch die meiste Aussicht auf dasselbe haben Gewiß jenes, das die feinste Nase hat. Führt es nun wirklich sein feines Geruchsorgan zum Ziele, so wird sich dieses bene auch auf die Kinder und die folgenden Geschlechter vererben.

Was aber von der Nase gilt, das gilt auch vom Auge. Jener Mann, der am schärfsten und zugleich am weitesten sieht, wird das Weibchen auch zuerst erblicken und in Folge dessen abermals die meisten Chancen haben. Dasselbe ist

vom Hören zu sagen, falls etwa das Weibchen eigenthümliche Geräusche von sich gibt. Und die Thatsachen?

Ueber das Bessersein der Männernasen wissen wir vorderhand allerdings nichts, eben so wenig über die Ohren, die wir ohnehin nur vermuthungsweise kennen. Die Augen aber sind in der That bei vielen Kerfmännchen so auffallend größer als bei den Weibchen, daß wir nicht zweifeln können, es sei dies eine auf den Geschlechtsverkehr bezügliche Auszeichnung.

Setzen wir jetzt den Fall, die freienden Bienenmännchen röchen oder sähen das Weibchen gleichzeitig, oder sie nähmen davon gar nichts wahr, d. h. sie müßten erst eins suchen gehen, welches möchte dann wohl zuerst ans Ziel gelangen? Doch unstreitig das, dessen Flügel oder Beine am besten organisirt wären. Die Consequenzen sind aber wie oben, und jeder Insektenkenner weiß, daß in diesen Stücken die Männchen theils untereinander, theils den Weibchen oft sehr überlegen sind.

Dies ist der Kampf ums Dasein resp. um die künftige Existenz der Art unter den Männchen, bevor sie noch das Weibchen erreicht haben. Doch dieser Kampf ist nur ein figürlicher, ein unblutiger, die Männer wissen ja häufig gar nichts von einander und am wenigsten, daß sie Rivalen sind.

Setzen wir nun den Fall, der sich nicht bloß hie und da ereignen kann, sondern der sich, wenn die Männchen in großer Ueberzahl sind, sehr oft ereignen muß, daß mehrere Freier gleichzeitig auf ein Weibchen stoßen, was wird dann geschehen?

Wenn mehrere Raubkäfer eine Beute antreffen, die nur für einen groß genug ist, so wissen wir die Folge. Jene, die sich den andern gegenüber zu schwach fühlen und denen ihre Haut lieb ist, werden gleich das Feld räumen; andere werden sich vielleicht durch eine drohende Geberde eines Kameraden verscheuchen lassen; die übrigen aber, die sich ebenbürtig dünken,

werden sich um die Beute raufen, und der stärkste, der best-bewaffnetste, der geschickteste Fechter wird Sieger bleiben.

Und sollen wir etwa glauben, daß einem gut gerathenen Kerfmännchen um die Besitzergreifung eines Weibchens weniger gelegen sei als um ein Stück Fleisch; sollen wir glauben, daß er auf den Gegenstand seines heftigsten Verlangens freiwillig Verzicht leiste? Gewiß nicht, sondern wir werden schon a priori erwarten, daß es um den genannten Gegenstand einen heißen, ja unter Umständen einen blutigen Streit absetzt. Das scheint in der That festzustehen. Aber die wirklichen Belege? Doch der Leser weiß ja, daß wir vom Leben und zumal vom gegenseitigen Verkehr der Kerfe nur einen verschwindend kleinen Theil kennen, und vieles auch uns immer verborgen bleiben wird. Oder wie sollen wir z. B. erfahren, was, hoch oben in den Lüften, die Bienen und Fliegen, die Libellen und Falter unter sich ausmachen?

Allein das, was wirklich schon beobachtet wurde, bestätigt unsere Erwartung vollkommen, und läßt uns auch einen Schluß ziehen auf jene Kerfe, die uns die gewissen Geheimnisse noch nicht verriethen.

Daß die Männchen kriegerischer Kerfe, wie die Caraben, die Fangheuschrecken und dgl. auf Leben und Tod mit einander turniren, ist selbstverständlich; die anscheinend zahmeren Sippen, die hübschen Fliegen, die lieblichen Falter rc. kämpfen in ihrer Art aber nicht weniger — nur daß man bei ihnen seltener abgerissene Flügel, Beine, Fühler und dgl., vom stattgefundenen Ringen Zeugniß gebende Glieder auf der Wahlstatt antrifft. Gar originell ist unter Anderm das Verfahren gewisser Bienen-männchen, die ihre Nebenbuhler durch stoßweises Anfliegen aus dem Sattel zu heben suchen.

Und welches Männchen wird nun endlich den erstrebten Besitz erlangen? Ohne Zweifel jenes, das ihn am meisten verdient, d. h. das sich um denselben die meiste Mühe hat

kosten lassen. Die nothwendige Consequenz davon ist aber, daß gerade jene Werkzeuge der Eifersucht, denen es den Sieg über seine Rivalen zunächst verdankt, auch auf die Nachkommenschaft übergehen.

Bei den werbenden Insektenmännchen handelt es sich indessen nicht allein darum, die Nebenbuhler bei Seite zu schaffen; es ist ebenso wichtig, sich im günstigen Moment mit Geschick des Weibchens zu bemächtigen.

Wir wissen schon aus dem I. Bd., daß die hiezu bestimmten Einrichtungen häufig noch viel complicirter sind als die bewunderungswerthen mechanischen Apparate zu den vielfachen Handlungen der Arterhaltung.

Hiebei denken die Entomologen aber gewöhnlich nur an die gewissen posterioren Greif- und Haltgliedmaßen, deren Mannigfaltigkeit bekanntlich alle Vorstellung übersteigt.

Aber dies ist bei Weitem nicht alles, dies sind bloß Vorrichtungen, deren genauere Kenntniß wir dem merkmalsuchenden Aug' des Systematikers verdanken.

Es ist bekannt, daß sich die Kerfgelehrten nicht selten den Kopf darüber zerbrechen, wozu, speciell bei den Männchen, diese oder jene absonderlichen Anhänge, Auswüchse und dgl. Zuthaten gut sein mögen, und sie sind leicht dazu geneigt, diese Dinge als bloße Zufälligkeiten, oder als geschlechtliche Ausschmückungen anzusehen.

Beobachtet man aber ein solches stark markirtes Männchen bei der Copulation, d. h. beurtheilt man seine Leiblichkeit nicht in ihrer Isolirtheit, sondern in ihrer Beziehung zu und in ihrer Verbindung mit dem, was von Natur wegen zu ihm gehört und für es gemacht ist, also mit dem Weibchen, so klären sich häufig die gewissen Sonderbarkeiten in einem ähnlichen Sinne auf wie die auffallenden Färbungen und auch die mechanischen Ausrüstungen der Raupen, wenn wir sie auf ihrem natürlichen Hinter- und Untergrunde

resp. auf dem Terrain, zu dessen Beherrschung sie die gewissen Organe gebrauchen, ins Auge fassen. Sowie das ausschließlich noch mit der Selbsterhaltung beschäftigte Insekt seiner es ernährenden Umgebung angepaßt ist, so ist das in der Fortpflanzung begriffene männliche Geschlechtsthier seinem Supplementgegenstand, d. i. dem Weibchen mechanisch angepaßt, und sowie ferner im ersteren Falle die Anpassung bald nur eine partielle, bald eine totale ist, so bezieht sie sich auch hier bald nur auf einzelne Theile, bald auf den gesammten Körper des Männchens, der mit der Oberfläche des Weibchens in Berührung geräth.

Ein prächtiges Beispiel für das Gesagte gibt, nach H. Müller, eine Biene, die Chelostoma florisomne L. ab. Abgesehen von Kopf und Brust hat allein der Bauch viererlei solcher Packorgane, nämlich 1. einen hufeisenförmigen Höcker auf dem zweiten Segment, 2. eine dreieckige Vertiefung auf dem dritten Ring, 3. eine Haarbürste auf der vierten Bauchplatte und zuguterletzt noch, am siebenten Segment, zwei das weibliche Hinterende umfassende Dornfortsätze.

Bisher haben wir nur die Männchen aggressiv, die Weibchen aber völlig passiv und zuwartend sein lassen.

Wenn letztere aber auch im vorliegenden Fall, wo sie von zahlreichen Freiern umschwärmt sind, es sich wohl ersparen können, eigene Schritte zu unternehmen, so darf man doch, schon ihrer hochentfalteten Sinne wegen, nicht annehmen, daß ihnen angesichts der mehrfach verschiedenen Werber jeder gleich genehm ist, sie werden vielmehr nach ihrem jeweiligen individuellen Geschmack ihre Wahl treffen. Mit andern Worten, die Wahl ist hier nicht bloß eine passive, d. h. es wählt nicht bloß die Natur den tüchtigsten Mann aus, die Ausmusterung ist zum Theil eine völlig subjective und persönliche Angelegenheit.

In Bezug auf die Motive aber, die ihre Wahl resp. ihr Gefallen bestimmen, geben selbstverständlich die durch gewisse Sinneseindrücke erweckten Lust- oder Unlustempfindungen den ersten Ausschlag. Auffallende Formen und Farben, also überhaupt äußere Zeichen, dann gewisse Gerüche, Geräusche und Töne, welche die Männchen produciren, fallen nebst gewissen zudringlichen Huldigungen gar sehr ins Gewicht.

Gleichwie aber — so dürfen wir schließen — die Natur den Blumen nicht bloß Verführungsorgane anzüchtete, um die ihrer Befruchtung nützlichen Insekten anzulocken und festzuhalten, sondern auch solche, um die schädlichen abzuweisen, so werden zweifelsohne auch manche vielgeplagte Insektenweibchen ihre eigenen Kampf-, Abwehr- und Fluchtmittel erworben haben, welchen nachzuspüren für strebsame Kerf-Biologen ein gewiß sehr dankbares Thema abgäbe. —

Das wären, soweit wir in diesen dunkeln Gegenstand Einblick haben, die Hauptergebnisse des geschlechtlichen Wechselverkehres unter den Insekten für den Fall, wo die Männchen in der Majorität sind. Nun wollen wir noch kurz untersuchen, was beim entgegengesetzten Fall herauskommt.

Die allgemeine Meinung der Entomologen ist die, daß die meisten Kerfe monogam leben. Diese Meinung, oder richtiger dieses Vorurtheil entstand daraus, daß man bei der flüchtigen Art des Beobachtens in der freien Natur ein Kerfmännchen in der Regel nur mit Einem Weibchen beisammen sieht. Dies ist aber offenbar gar kein Beweis.

Um auf die Wahrheit zu kommen, müßte ganz anders verfahren werden. Die Aufgabe wäre keine geringere als ein Männchen vom Augenblicke seiner Verwandlung an bis zu seinem Ende ununterbrochen zu verfolgen und niemals aus dem Auge zu lassen. Wer aber hat sich bisher Tage und Nächte lang einer solchen Kerf-Inspektion unterziehen mögen,

und wie wäre man überhaupt im Stande, ein fliegendes Insekt, z. B. ein Bienenmännchen auf Schritt und Tritt zu beaufsichtigen? Solange man dies aber nicht gethan hat, sollte man alles Gerede für und wider die Monogamie lieber bleiben lassen.

Indeß lassen sich ja diese Beobachtungen, z. Th. wenigstens, auf ganz bequeme Art in einem geeigneten Käfig anstellen. Auf diese Art haben wir unter anderm seinerzeit constatirt, daß ein Grillenmännchen, das mit fünf Weibchen zusammengesperrt war, sämmtliche der letzteren befruchtete, und der Umstand, daß es sich mit manchen nicht bloß ein- sondern mehrmals einließ, läßt noch auf Weiteres schließen. —

Da nun niemand behaupten wird, daß das, was in der Gefangenschaft geschieht, nicht auch im freien Zustand stattfinde, so ist die Bedeutung dieses Falles für die gesammte Zeugungsstatistik jedenfalls in Anschlag zu bringen.

Befänden sich unter den oben erwähnten Grillen gleichviel Männchen und Weibchen und würden erstere streng monogam leben, so könnten offenbar nur drei Bruten entstehen. Wenn aber auf je Einen Mann fünf Weiber entfallen, die alle von jenem befruchtet werden, so ergibt sich ein Plus von zwei Bruten, und so ist klar, daß eine solche weiberreiche Generation die Art viel reichlicher fortpflanzt als eine andere.

Weshalb aber gerade die Männchen der genannten Insekten zur Polygamie hinneigen, müssen wir den Leser auf Grund der uns im I. Th. dieses Werkes entschlüpften Enthüllungen selbst errathen lassen; desgleichen die Ursache, welche es verhindert, daß gewisse andere, z. B. die Bienen, Vielweiberei treiben.

Die Folgen einer solchen gezwungenen Monogamie bei gleichzeitigem Vorwiegen der Weibchen sind aber ganz jenen analog, die wir oben für den entgegengesetzten Fall

erörterten. Hier wird das Suchen mehr Sache der Weibchen und das Wählen Sache der Männchen sein, und werden also jene Weibchen am besten daran sein, die einerseits in Bezug auf ihre körperliche Schönheit und andererseits hinsichtlich ihres Beziehungsapparates am vortheilhaftesten gestellt sind.

Nach beiden Richtungen hin haben indeß die meisten Kerfweibchen wenig Ursache zur Eitelkeit, und daraus scheint wieder hervorzugehen einerseits, daß sie der Männchen wegen nicht viele Anstrengungen machen, andererseits aber, daß die letzteren auch nicht viel auf äußern Prunk geben.

Parthenogenesis.

Alle Insekten, wurde oben gesagt, sind getrennt geschlechtlich, d. h. sie bestehen aus Individuen, welche Eier und aus andern, welche Sperma produciren, und es bedarf zur Fortpflanzung der ganzen Art sowohl, als auch zu jener eines Theiles derselben des Zusammenwirkens aller beiden Geschlechter.

Wie leicht einzusehen, gilt aber, strenge genommen, dieses Gesetz nur für jene Species, welche man zu der Zeit, wo sie die Zeugungsfunktion vollführen, wirklich aus zwei heterogenen Wesen zusammengesetzt findet. Bei der größten Mehrheit der Kerfe ist diese für die Beglaubigung ihrer Getrenntgeschlechtigkeit unbedingt erforderliche Beobachtung auch in der That gemacht worden, mit andern Worten man kennt von den meisten Insekten die Männchen und Weibchen und hat sich auch überzeugt, daß sie sich paaren.

Wenn man aber, obwohl man alle Insekten überhaupt noch nicht kennt — denn jedes Jahr werden neue entdeckt — und wenn man speciell auch die bekannten Arten noch nicht alle in Paarung, d. h. also in ihren beiden Vertretern gesehen hat, dennoch die Behauptung der Getrenntgeschlechtigkeit auf die Gesammtheit ausdehnt, so ist dies eben ein Analogieschluß, der eben so gut falsch als wahr sein kann.

Um zunächst in Bezug auf die Unvollständigkeit des Beweismaterials für die allgemeine Getrenntgeschlechtigkeit der Insekten ein paar Belege zu bringen, erinnern wir daran, daß z. B. Hartig, der äußerst kritische Monograph der Blattwespen, welche relativ große und keineswegs versteckt lebende Kerfe sind, von mehr als über 100 Arten nur einerlei Formen kennt, und daß von den Gall- und andern noch minutiösern Wespen noch weit mehr Species noch niemals in Paarung gesehen wurden.

Die nächste Frage ist nun die nach der Natur dieser isolirt stehenden Zeugungswesen. Von vornherein sind 4 Fälle möglich, wenn auch nicht gleich wahrscheinlich. Es könnten sein: 1. ungeschlechtliche, z. B. durch Keime sich fortpflanzende, 2. vereinigt geschlechtliche oder hermaphroditische, 3. getrennt geschlechtliche und dann entweder männliche oder weibliche Wesen. Und faktisch sind auch alle diese vier Fälle schon beobachtet worden.

Was zunächst die erste Eventualität, also die Geschlechtslosigkeit anlangt, so kommt sie allerdings vor, jedoch nur abwechselnd mit der getrennt geschlechtlichen Zeugungsweise.

Aehnlich verhält es sich mit dem zweiten Fall. Es sind schon eine Menge von Zwittern, insbesondere bei Faltern, bei Libellen, Heuschrecken, Ameisen und überhaupt bei großen, d. h. leicht in die Augen fallenden Kerfen constatirt worden. Alle diese waren aber keine primären, also keine eigentlichen Zwitter, sondern sekundäre, durch eine Rückvereinigung der beiden getrennten Geschlechter entstandene, wir wollen sagen Zwillinge. Dabei ist noch Folgendes zu bedenken. Einmal, daß der zwiefache Zeugungsapparat sich selten so ausgeprägt zeigte, daß eine wirkliche Zeugungsfähigkeit hätte angenommen werden können. Zweitens, daß bei diesen Zwittern überhaupt noch niemals eine Fortpflanzung

wahrgenommen wurde, und endlich, daß dieselben stets von den beiden getrennten Geschlechtern begleitet auftreten.

Bezeichnend ist der dritte, aber aller Erfahrung nach äußerst rare Fall, wo man von einer Art ausschließlich nur Spermaproducenten oder Männchen kennt. Ihr Vorhandensein allein beweist nämlich schon die Coexistenz entweder des geschlechtlichen Complementärwesens, des Weibchens, oder doch, was denkbar, eines ungeschlechtlichen Zeugungswesens. Dieser Fall, sowie der frühere, ist somit für unsere Frage bedeutungslos.

Für uns ist am interessantesten der letzte Fall, wo die Art anscheinend nur durch das schöne Geschlecht vertreten ist. Hier geht es aber nicht länger ohne Indiscretion ab, es handelt sich nämlich um die Frage, woran man bei den Kerfen das echt Weibliche erkennt, d. h. und woran man die Eier- von den Keimproducenten, also von den ungeschlechtlichen Zeugungswesen unterscheidet.

Was zunächst das Allerwesentlichste, nämlich die innerlichen Zeugungsorgane betrifft, so ist häufig, wie dies unten noch zu erörtern, weder ein gestaltlicher noch ein physiologischer Unterschied gegeben. Eier- und Keimdrüse sind häufig vollkommen identisch, das Weib hat somit, als solches, nichts Specifisches. Das Weib zeigt und manifestirt sich nur in dem als Weib, was es mit Bezug auf das Complementärwesen, d. i. den Mann hat. Diese männlichen Charaktere des Weibes — so wollen wir sie nennen — sind aber gerade bei den meisten Kerfen sehr ausgesprochen. Es ist, wenn wir uns nur an das Innerliche halten, erstens die Copulationstasche, die freilich gewissen Abtheilungen ganz fehlt, und zweitens das Samenbehältniß, die Spermatheca, die beinahe gar alle Insekten besitzen. Demnach können wir sagen, ein Kerfindividuum, das eine keim- resp. eierstockartige Zeugungsdrüse und zugleich eine Samentasche hat, ist als ein wahres Weib anzusehen, während ein anderes, das kein solches männliches Merkmal an sich

trägt, eben so gut für ein keim- als für ein eierproducirendes Wesen oder für ein Weib hingenommen werden kann.

Wenn nun, wie dies wirklich so ist, in dem obengenannten Fall, wo eine Kerfart nur durch einerlei Zeugungsform vertreten ist, diese aus wahren, echten Weibchen besteht, was folgt daraus? Wenn die Männerlosigkeit dieser Arten wirklich constatirt wäre, und der Fall ausgeschlossen bliebe, daß diese männerlosen Weibchen von Männchen nahe verwandter Species sich befruchten lassen, so würde hinreichend erwiesen sein, daß sie sich parthenogenetisch fortpflanzen, d. h. daß ihre Eier ohne männliches Zuthun eben so entwicklungsfähig wie die sog. Keime sind.

Wir wollen nun zunächst nicht die Wahrscheinlichkeit der beiden gesetzten Fälle und damit die des Stattfindens von Parthenogenesis überhaupt untersuchen, wir wollen nur nachsehen, wie und unter welchen Umständen jungfräuliche oder eingeschlechtliche Zeugungswesen an Stelle der zweigeschlechtlichen treten können.

Daß ein Wesen, das eigene complicirte Einrichtungen behufs der Vereinigung mit einem Manne hat, trotzdem seine Zeugungsfunktion allein vollführt, scheint, auf den ersten Blick, in hohem Grade unwahrscheinlich. Es ist solches aber für den Fall, daß im entscheidenden Zeitpunkte, wo es sich den Männchen hinzugeben den Drang hat, letztere nicht vorhanden sind, gewiß nicht merkwürdiger, als wenn z. B. ein Kerf, das mit Flügeln versehen ist und das seine Wege gewöhnlich durch die Luft macht, zu einer Zeit, wo ein heftiger Wind geht, diese Hilfswerkzeuge und Förderungsmittel gleichsam vergessend, zu Fuß geht.

Sowenig das Insekt die Flügel hat, um unter allen Umständen zu fliegen, ebensowenig, behaupten wir, hat das Kerfweibchen die Spermatheca, um behufs der Zeugung unter

allen Umständen die gewisse Materie in sich aufzunehmen. Doch der Vergleich, wird man sagen, gilt nicht.

Das Kerf kann die Funktion des Ortswechsels allerdings auch ohne Flügel verrichten, einfach deshalb, weil es auch Beine hat; was aber ersetzt denn bei den parthenogenetischen Weibchen den die Gestaltung des Dotters anregenden Befruchtungsstoff?

Um hier möglichst klar zu schauen, ist früher ein großes Vorurtheil zu überwinden.

Die den Eiern analogen Fortpflanzungszellen der ungeschlechtlichen Thiere, sind nicht bloß „keimfähige Anlagen" sondern wirkliche Keime — ganz aus und durch sich selbst entwickel- und gestaltbar. Die Trennung oder Zerlegung des ursprünglich einheitlichen Zeugungsstoffes in Eier- und in Samenzellen ist dagegen eine höhere Differenzirung, etwa vergleichbar der Spaltung eines Ur-Kerfkiefers in einen Kau- und in einen Tasttheil. Man muß ferner annehmen, daß die aus solchen Doppel-Zeugungsstoffen hervorgegangenen Individuen über jene, die nach dem alten Styl entstanden, im Vortheil waren, wodurch die anfangs durch gewisse „zufällige" Ursachen bedingte Geschlechtstrennung erhalten und gesteigert wurde.

Sowenig aber z. B. die Arbeits- und Krafttheilung der in zwei Parallelstücke zerlegten Kerbthierkiefer in allen Fällen die gleiche ist, sowenig darf man erwarten, daß die Eier Eines Weibchens sowohl als die verschiedener Arten in Bezug auf ihre selbständige Keimfähigkeit gleich viel an den andern Theil d. i. an den Samen abgetreten haben. Oder anders: Während viele, wir dürfen sagen die meisten Keime durch ihre Eiwerdung die Keimfähigkeit ganz und gar einbüßten, haben sie andere zum Theil und zwar in verschiedenem Grade erhalten, d. h. also, die Keimungsfähigkeit der Eier ist nicht etwas Absolutes, sondern etwas

Relatives, nichts Constantes, Gleichbleibendes, sondern, wie alles Organische, etwas den äußeren Einflüssen Zugängliches und daher Veränderliches und Anpassungsfähiges.

Wir können auch sagen: So wie es Uebergänge gibt zwischen Thierformen und Thierorganen, so gibt es Uebergänge von Zeugungsstoffen, vom Theilprodukt zur Knospe, von dieser zum Keim und — oder sollen wir da stehen bleiben? — vom Keim zum — Ei.

Dieser Satz ist freilich aprioristisch aufgestellt; aber schon die wenigen Thatsachen, die man bisher constatirt, beweisen seine Wahrscheinlichkeit. Wenn man sich die Mühe nimmt, tausende unbefruchteter Seidenspinnereier zu untersuchen, wird man fast regelmäßig einige darunter finden, bei denen die Entwicklung des Embryo mehr oder weniger weit fortgeschritten ist, ja Herold zog einmal einen fast ausgebildeten Fötus aus einem solchen hervor.

Bei Lurchen und Fischen ist dieselbe Beobachtung selbständiger Ei-Keimfähigkeit schon lang und oft gemacht worden; bei Säugethieren ferner von Bischof, bei Vögeln u. A. von His, bei Schnecken von Vogt, welcher letztere in einem unbefruchteten Ei von Firola den Embryo schon rotiren sah.

Nun, und wenn die im unbefruchteten Ei wirkenden Kräfte die Formung der Dotterkugel bis zu einem gewissen Grade zu bringen vermögen, warum sollen sie nicht gelegentlich oder spontan zur Fertigstellung des Embryo ausreichen? —

Von diesem Standpunkt aus besehen hört die jungfräuliche Zeugung nicht bloß auf ein unbegriffenes Wunder zu sein, sie erscheint vielmehr als ein nothwendiges Uebergangsglied zwischen ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Fortpflanzung, und wer, wie Plateau, ihre Möglichkeit läugnet, muß consequenter Weise alle natürliche Entwicklung überhaupt bestreiten.

Durch welche äußeren Bedingungen die Keimbarkeit unbesamter Eier gesteigert und dadurch ein Ersatz für die Wirkung des Sperma's gegeben wird, wissen wir freilich ganz und gar nicht; da aber, wie uns die Fisch- und Froscheier zeigen, die Veränderlichkeit ihrer Keimkraft eine Thatsache ist, so ist die Möglichkeit der Erhaltung und Steigerung derselben durch natürliche Zuchtwahl unter gewissen Umständen selbstverständlich.

Ein solcher Umstand ist nun eben der obengenannte, wo ein großer oder völliger Mangel an Männern herrscht. Hier werden sich offenbar nur solche Weibchen fortpflanzen können, welche die meiste Selbstbefruchtungskraft in sich haben; und so kann sich, von Generation zu Generation, parthenogenetische Zeugung erhalten und immer mehr befestigen.

Wir haben jetzt dargethan, wie und inwieweit jungfräuliche Zeugung überhaupt denkbar und möglich sei und dann, daß sie insbesondere bei gewissen männerarmen Kerfen für die Arterhaltung fast nothwendig angenommen werden muß.

Uebrigens hätten wir uns die vorhergehende Beweisführung für die Parthenogenesis völlig ersparen können; denn die häufig gehörten, aus einer höchst beschränkten Auffassung der organischen Natur entspringenden aprioristischen Bedenken mögen anscheinend noch so stark sein — sie müssen schweigen, wenn die Thatsachen sprechen.

Wie zu erwarten, wurden zuerst — und zwar schon im vorigen Jahrhundert — gewisse Schmetterlinge der Parthenogenese bezichtigt. Bei dem Umstande nämlich, daß von diesen beliebten Unterhaltungsobjekten alljährlich tausende und viele auch isolirt gezüchtet wurden, war es kaum anders möglich, als daß man einzelne Weibchen, die, wie man glaubte, in keinerlei Berührung mit Männchen gekommen waren, Eier ablegen und aus denselben seiner Zeit auch Räupchen ausschlüpfen sah.

Solche gelegentliche und nach damaligen Begriffen höchst regelwidrig erscheinende Beobachtungen mochten dann zu strengeren und sorgfältigeren Experimenten Anlaß geboten haben. Man hielt die weiblichen Puppen in strengster Einzelhaft — die Eier der ausgekommenen Falter entwickelten sich aber trotzdem; die Parthenogenesis schien constatirt. Solche Versuche stellte unter andern Kipp beim Seidenspinner und Pappelschwärmer an und erhielt aus den unbefruchteten Eiern fast zu gleichen Theilen Männchen und Weibchen.

Aber so geht es, und gut ist's, daß es so geht. Das, was andere sehen oder zu sehen glauben, will man nicht eher für wahr hinnehmen, bevor man es nicht auch selbst gesehen, bevor man sich nicht selbst überzeugt hat. Wie leicht kann sich der getäuscht haben, sagt man. Vielleicht waren die Weibchen nicht zur rechten Zeit abgesperrt worden. Die Faltermännchen sind unendlich zudringlich, möglicherweise war im Käfig eine verborgene Ritze, durch die das Männchen sich Zutritt verschaffte oder doch sein Sperma mit ihm oder mit den schon gelegten Eiern in Contact brachte.

Also nur skeptisch sein, umsomehr, als es — erwiesenermaßen — leider auch unter den Naturforschern — Phantasten gibt.

Indessen können wir uns nicht ebensogut als andere täuschen, und wär' es nicht die höchste Anmaßung, wenn wir uns unfehlbarer als die höchsten Autoritäten auf dem betreffenden Felde hielten?

Wenn wir also z. B. einen Siebold, einen Leukart, die davon, ob Kerfe parthenogenetisch sind oder nicht sind, doch keinen denkbaren Vortheil haben und somit von vorneherein doch gewiß völlig objektiv urtheilen können, wenn wir also, sagen wir, solche Forscher derlei Untersuchungen

und zwar unter genauester Angabe der Methode machen sehen, haben wir dann ein Recht, ihre Resultate zu bezweifeln?

Wir haben schon wiederholt der Schneckenhaus-Motte, der Cochlophora Helix Sieb. (Fig. 87 A) gedacht. Die Anwendung des weiblichen Geschlechts paßt dafür insoweit, als man lange Zeit eben nur dieses kannte. Das Wort „Motte" aber hätte man insolange nicht gebrauchen sollen; denn die erwachsene Cochlophora sieht nichts weniger als einem Falter ähnlich: es ist vielmehr ein Wurm, der auch nach der stattgefundenen Verpuppung aus seinem Häuschen nicht herausgeht.

Man findet die betreffenden Thiere, in manchen Berggegenden ziemlich häufig, auf Kräutern verschiedener Art, z. B. auf Lotus corniculatus, Alyssus montanus, Artemisia vulgaris u. s. w.

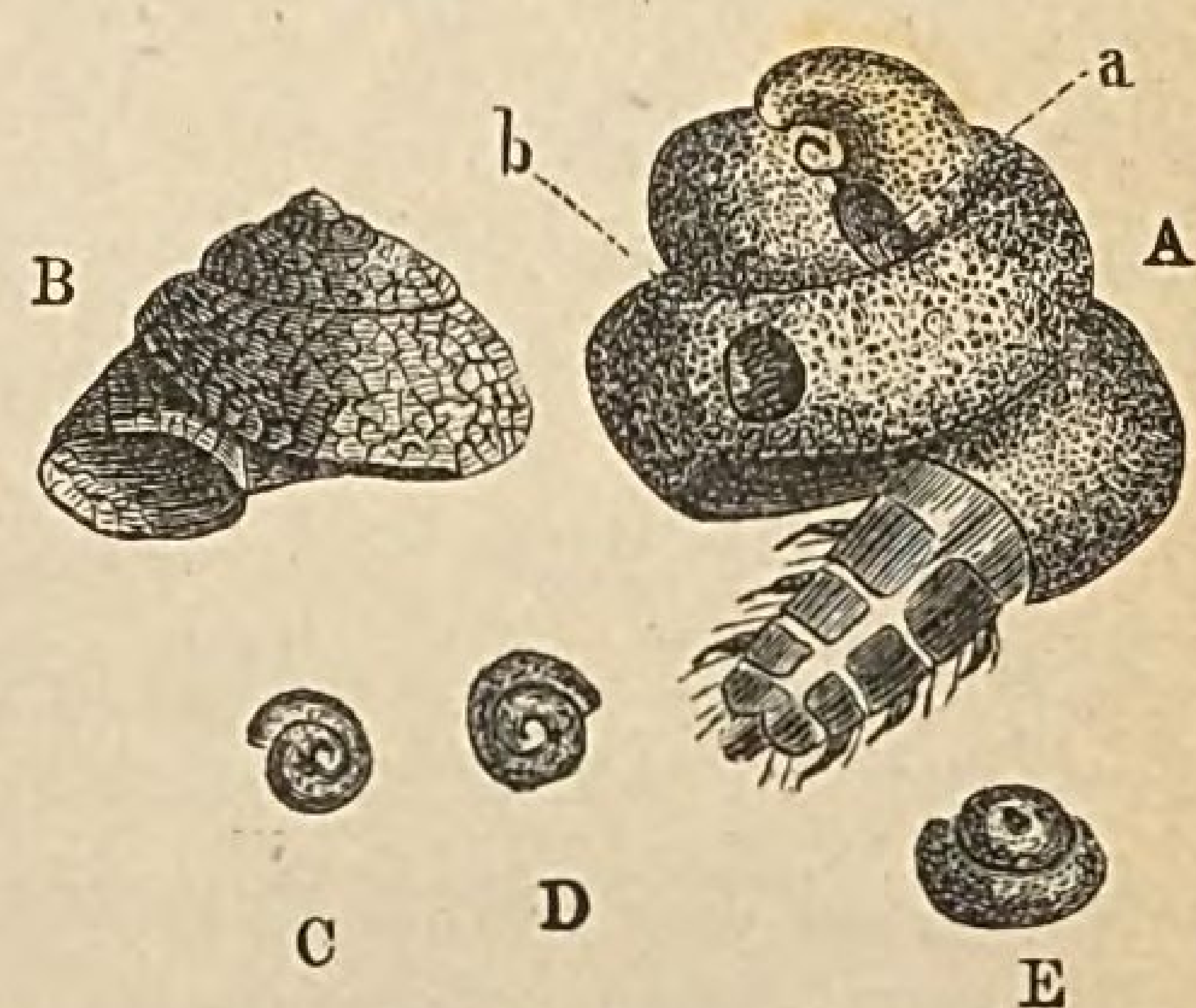


Fig. 87.
D u. E Raupensack von Psyche helix Sieb., nat. Gr. A vergr.

v. Siebold sammelte, mit unsäglicher Geduld, Jahrzehnte hindurch hunderte und tausende solcher und überzeugte sich durch die Section, daß es lauter weibliche resp. jungfräuliche Individuen waren, indem ihre Samentasche stets vollkommen leer gefunden wurde. Dies konnte auch kaum anders sein; denn der unermüdete Biologe hielt alle unter strengster Clausur, so daß die Möglichkeit einer Empfängniß absolut ausgeschlossen war.

Und die Fortpflanzungsart? Sie ist sehr einfach. Hat die Raupe ihr Wachsthum erreicht, so verwandelt sie sich, gleich andern Falterlarven, innerhalb ihres Sackes in eine Puppe, und daraus kommt dann das genannte wurmartige Thier, das

von der Raupe kaum zu unterscheiden ist. Dies ist das geschlechtsreife Weib. Dasselbe legt bald darauf in sein Häuschen eine Menge Eier ab, welche wieder Räupchen liefern. Letztere zerstreuen sich dann, spinnen ihren eigenen Sack, verstärken ihn durch Sandkörnchen und ihre weiteren Schicksale sind genau jenen ihrer Mutter gleich, sowie sie denn auch selbst wieder und nach v. Siebold's Beobachtungen durch eine Reihe von Generationen, lauter Weibchen hervorbringen.

Für Cochlophora Helix ist somit die Parthenogenesis absolut sicher gestellt und auch dies, daß sie zur Arterhaltung nothwendig ist; denn, wenn Siebold, an gewissen Lokalitäten wenigstens, unter tausenden von Individuen kein einziges Männchen fand, so ist doch evident, daß letztere ungemein selten sein müssen, und falls ihre Einwirkung zur Zeugung nothwendig wäre, die wenigsten Weibchen eine Nachkommenschaft bekämen, während doch ihr Vorkommen kein seltenes ist.

Die Existenz von Helix-Männchen überhaupt erwiesen zu haben, ist eines der zahlreichen Verdienste von Prof. C. Claus. Er bekam und züchtete sie aus einer Raupensendung aus Bozen. Im Larvenzustand gleichen sie ganz den Weibchen, haben aber etwas andere Säcke.

Als Puppen dagegen zeigen sie schon die gewissen Falter-Embleme, die langen Beine, Flügel- und Fühlerscheiden. Erwachsen sind sie wie alle echten Falter — also ihren Gattinnen ganz unähnlich.

Daraus folgt, daß eine parthenogenetische Generation außer Weibchen auch Männchen hervorbringt. Ob und wann diese sich paaren, ob die beiderseitigen Nachkommen nur aus Weibchen bestehen, und letzteres angenommen, wie viele Generationen die Parthenogenesis anhält, von all dem wissen wir noch gar nichts. —

Manche Analogie mit den Schneckenhaus-Motten bieten zwei andere, gleichfalls zuerst von Siebold genauer controlirte Sackträger, die Solenobia triquetrella und lichenella. Sie gleichen vielfach den Helix, ihre Futterale, an Bretterzäunen und Baumstämmen hängend, sind aber von der gewöhnlichen Gestalt, schlauchförmig.

Bei S. triquetrella beobachtete Hofmann ununterbrochen 6 Jahre hindurch nur jungfräuliche Fortpflanzung, machte aber später mit der Entdeckung der geflügelten Männlein auch die, daß sich die wurmartigen Weibchen zeitweilig auch der Umarmung der letztern überlassen, wenn diese rechtzeitig, d. h. bevor sie die Eier ablegen, auf dem Schauplatz sich einzufinden belieben.

„Unter Umständen" (!) jedoch bringen es die Solenobia-Weibchen ohne männliches Zuthun zu gar nichts. Um dem hier versteckten Geheimniß auf die Spur zu kommen, nahm man auch eine künstliche Kreuzung von Nürnbergermännchen mit Münchenerjungfern vor. Das Resultat war eine ausschließlich weibliche Brut; es wird aber niemand behaupten, daß wir jetzt klüger, daß wir dem Gesetz der Sackträger-Parthenogenesis näher sind.

Eins leuchtet zunächst aus den bisherigen Resultaten hervor. Es genügt nicht, wenn nur Einer oder wenn nur einzelne mit Fleiß und Liebe beobachten. Die großen Errungenschaften auf dem Gebiet der anorganischen Erscheinungen sind das Werk zahlreicher Forscher; biologische Fragen, die doch ungleich complicirter sind, können also voraussichtlich nur durch einmüthiges geregeltes Zusammenwirken Vieler ihre Lösung finden.

Aus den bisherigen Thatsachen scheint hervorzugehen, daß aus unbesamten Kerfeiern, unter gewissen Umständen wenigstens, die zu eruiren eben Sache künftiger Forschung ist, ebensogut männliche als weibliche Individuen entstehen können.

Es gibt aber auch Fälle, wo Parthenogenesis, und zwar ganz regelmäßig, nur das eine der beiden Geschlechter hervorbringt.

Eben so interessant als einfach ist das Verhalten der Arbeiterbienen. Daß sie Weibchen, wissen wir; Leukart und Siebold haben aber nachgewiesen, einmal, daß sie keine Samentasche haben und dann, daß bei der Enge ihrer Vagina auch eine Paarung absolut undenkbar wäre. Wenn sie nun, wie uns bekannt, gelegentlich doch Eier legen, so ist klar, daß dies unbefruchtete, wahre Jungferneier sein müssen. Durch tausende der sorgfältigsten Beobachtungen ist aber constatirt, daß aus letzteren stets nur Männchen werden: die Arbeitsbienen sind, wie man sagt, männer- oder drohnenbrütig. Das gleiche gilt von der Königin. Ihre Eier sind weder im Ovarium noch später von einander zu unterscheiden, d. h. jene, welche in die Drohnen- und jene, welche in die Arbeiter- resp. Königinnenzellen kommen, sehen sich absolut gleich „wie ein Ei dem andern“.

Ist die Königin, aus was immer für einem Grunde, nicht befruchtet, so legt sie überhaupt nur in Drohnenzellen. Sämmtliche Eier des Ovariums sind also von Haus aus männlicher Art. —

Ist sie aber befruchtet, ist ihre Samentasche gefüllt, dann läßt sie trotzdem die Drohneneier unbefruchtet. In letzteren ist nämlich noch niemals auch nur Ein Spermatozoon gesehen worden.

Weiblich werden aber diese männlichen Bieneneier durch die Besamung. Dies beweist einfach der Umstand, daß in allen in Arbeiter- resp. Königinnenzellen liegenden Eiern ganze Haufen von Spermatozoen sich vorfinden.

Zu besserer Bekräftigung dieser Thatsache sollte man's freilich auch einmal mit einer künstlichen Befruchtung versuchen,

welche ja schon Herold mit Erfolg bei bereits gelegten Faltereiern angewandt.

Einer Arbeit, die an Scharfsinn der Erfindung und des Planes, an Mühe und Sorgfalt der Durchführung in der bisherigen kerf-biologischen Literatur wohl einzig dasteht, können wir nur mit wenigen Worten gedenken. Es ist v. Siebold's Untersuchung der Parthenogenesis von Polistes gallica.

Aus der Beobachtung mehrerer hunderte von Polistes-Nestern, die fast tagtäglich revidirt und in Bezug auf den Zellen-, Personal- und Eierstand tabellarisch verzeichnet und registrirt wurden, hat sich folgendes ergeben. Die Eier, welche die vom Vorjahre her befruchtete Königin im Frühjahre legt, entwickeln sich zu lauter (kleinen aber wahren und auch mit einer Samentasche versehenen) Weibchen. Später betheiligen sich letztere gleichfalls am Legegeschäft; ihre Eier — selbstverständlich unbefruchtet; denn Männchen gibt es noch nicht — liefern genau wie bei den Bienen — die letzteren; auch hier sind also die (unbefruchteten) Arbeiterinnen drohnenbrütig.

Betreffs der Hummeln fehlen verläßliche Daten ganz; hinsichtlich der Ameisen liegt uns eine neue Beobachtung Lubbock's über die Drohnenbrütigkeit unbefruchteter Arbeiter (workers) von Formica cinerea aus Castellamare vor.

Nach allen jetzt vorgebrachten Daten könnte man geneigt sein zu glauben einmal, daß die meisten socialen Aderflügler parthenogenetisch und dann, daß ihre Ovarium-Eier ausschließlich männlich sind.

Letzteres ist aber — nach den Fällen, die bisher bekannt wurden, nur wahrscheinlich; von einer Gewißheit kann deshalb keine Rede sein, weil wir nicht den geringsten Grund dafür kennen, weshalb das Hymenopteren-Ei an

und für sich männlich differencirt sein soll, ganz abgesehen davon, daß ja die gesammte Keimbeschaffenheit der Kerfeier unter das allgemeine Princip der Veränderlichkeit fällt.

Wie sehr wir, bei der Neuheit der Sache und besonders, um durch vorschnelle falsche Behauptungen nicht auch das Sichere und Wohlverbürgte in Mißcredit zu bringen, bei unsern Schlüssen behutsam zu sein Ursache haben, lehrt nun der folgende Fall.

Auf den Blättern des Stachelbeerstrauches (Fig. 87*) findet man nicht selten grünliche, schwarz getüpfelte Raupen, die ausgewachsen sich in die Erde verkriechen, einen ovalen bräunlichen Cocon um sich spinnen, aus dem dann eine Blattwespe, der Nematus ventricosus entsteht.

Keßler hatte nun zufällig beobachtet, daß viele der aus diesen Cocons hervorbrechenden Weibchen, ehe sie sich noch mit einem Männchen gepaart hatten, ihre Eier legten, und daß daraus, also auf parthenogenetischem Wege, nicht, wie man wohl erwarten möchte — Männchen — sondern lauter Weibchen entstanden, während die befruchteten Nematus auch Männchen liefern.

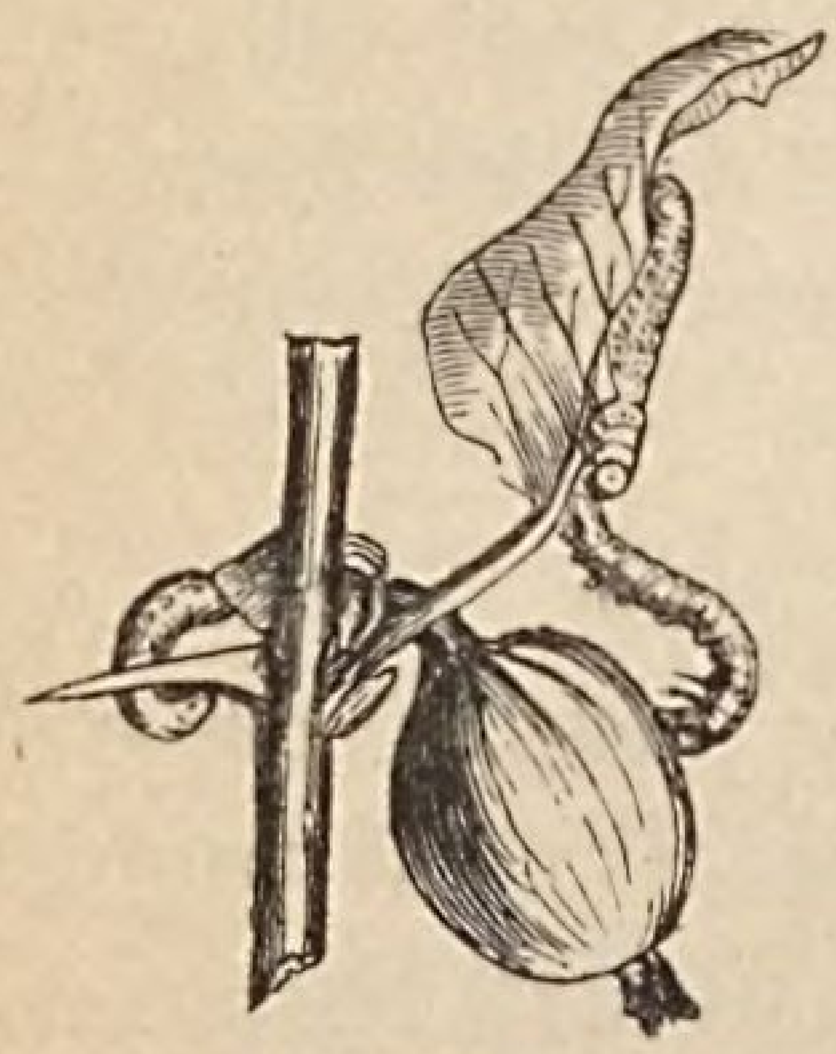


Fig. 87*.
Stachelbeerraupen von Nematus ventricosus, nat. Gr.

Auch diese Beobachtungen wurden dann im großen Style von Siebold wiederholt.

Er zog tausende von solchen Raupen zu Hause in geeigneten Käfigen und wartete die Verpuppung ab. Die größeren Cocons, welche mit äußerst seltenen Ausnahmen weibliche Thiere geben, wurden dann von den kleinern, den männlichen, abgesondert und zum Theil auch einzeln aufbewahrt. Das Resultat war

überzeugend genug. Sämmtliche Weibchen legten, ohne lang auf einen Mann zu warten, Eier — und immer wurden nur Weibchen daraus.

Sollten nun aber gewisse Skeptiker allen vorgenannten Mittheilungen zum Trotz die Möglichkeit der Parthenogenesis bestreiten, so haben sie jedenfalls die Pflicht, dies durch Thatsachen zu beweisen.

Ungeschlechtliche Fortpflanzung. Generationswechsel.

Es gibt Wasserthiere, die bekannte Hydra oder der Süßwasserpolyp ist ein solches, von überaus einfachem Bau. Ihr ganzer Körper ist weiter nichts als ein afterloser Darm, d. i. ein Schlauch, der am einen Ende geschlossen und festgeheftet ist, während das andere Ende offen und zum Zwecke der Nahrungsaufnahme von einem Kranze armartiger Ausstülpungen umgeben ist. Dieser niedrigen Organisation entspricht auch die Einfachheit ihrer Fortpflanzung, bewerkstelligt durch Knospen, die aus den Seiten dieses „Pflanzenthieres" hervorwachsen und über kurz oder lang ein dem Mutterwesen gleiches Geschöpf geben.

Nennen wir ein solches „Schlauchthier" A, so wird die Aufeinanderfolge der gleichen Generationen ausgedrückt durch die Reihe

A. A. A. A. . . . .

Gleich bleiben sich diese einander succedirenden Geschlechter aber im Allgemeinen nur insolange, als auch ihre Lebensbedingungen sich gleich bleiben.

Setzen wir nun den Fall, die vom Mutterpolyp sich loslösende Knospe komme unter andere Umstände und verändere in Folge dessen ihre Gestalt A in die andere aber sehr ähnliche A_1, später aus gleichen Gründen in A_2, A_3 u. s. f. und

es käme endlich (im Laufe vieler Generationen, in welchen alle diese einzelnen Veränderungen summirt werden) ein Wesen heraus, das sich schon insoweit als eine höhere Lebensform erwiese, als es nicht mehr an einen festen Wohnsitz gebunden, sondern mit völlig selbständiger Bewegung begabt wäre.

Wir sagen nun, die Form A hat sich allmälig in die Form A_n verwandelt oder metamorphosirt, und bezeichnen diese neue höhere Form A_n im Gegensatz zu den vorausgehenden niederen, die man Larven nennt, als das (relativ!) „vollendete" Thier.

Da nun voraussichtlich die größere Gesammtdifferenzirung des Körpers auch eine Steigerung seiner einzelnen Funktionen nach sich zieht, so steht zu erwarten, daß sich die Neuform A_n nicht mehr wie die Alt- oder Urform A durch Knospung, sondern auf complicirterem Wege also z. B. durch befruchtete Eier vermehrt. Die fortschreitende Metamorphose des Gesammtthieres ist mit andern Worten von einer progressiven Metamorphose der Zeugung begleitet.

Der Fall nun, den wir da gesetzt, ist kein erfundener. Es gibt im Meere wirklich in der Gestalt und Fortpflanzungsweise der Hydra ähnliche Wesen, deren Sprößlinge aber, die bekannten Schirmquallen, auf geschlechtlichem Wege d. i. mittelst befruchteter Eier sich fortpflanzen.

Nun ist der Leser gewiß neugierig zu vernehmen, was wohl aus den Eiern dieser Neuform für Wesen zum Vorschein kommen.

Wenn, wie einmal nicht zu bezweifeln, die Geschichte jedes Individuums eine gedrängte Recapitulation, eine Wiederholung der Stammesgeschichte liefert, so könnte es wohl sein, daß aus dem Ei der Jetzt- oder Quallenform A_n nicht gleich wieder ein der Jetztmutter gleichendes Kind A_n, sondern zunächst die Ur- oder Einstform A, das wäre also die festsitzende Hydra, entstünde.

Und vielfach geschieht dies in der That. Da aber dieses erste Glied der Entwicklungsreihe

$$A . A_1 . A_2 \; . \; . \; . \; . \; . \; A_n$$

wie leicht einzusehen sich nicht unmittelbar (durch Metamorphose) in die Qualle A_n verwandeln kann, da ja der „Stamm"

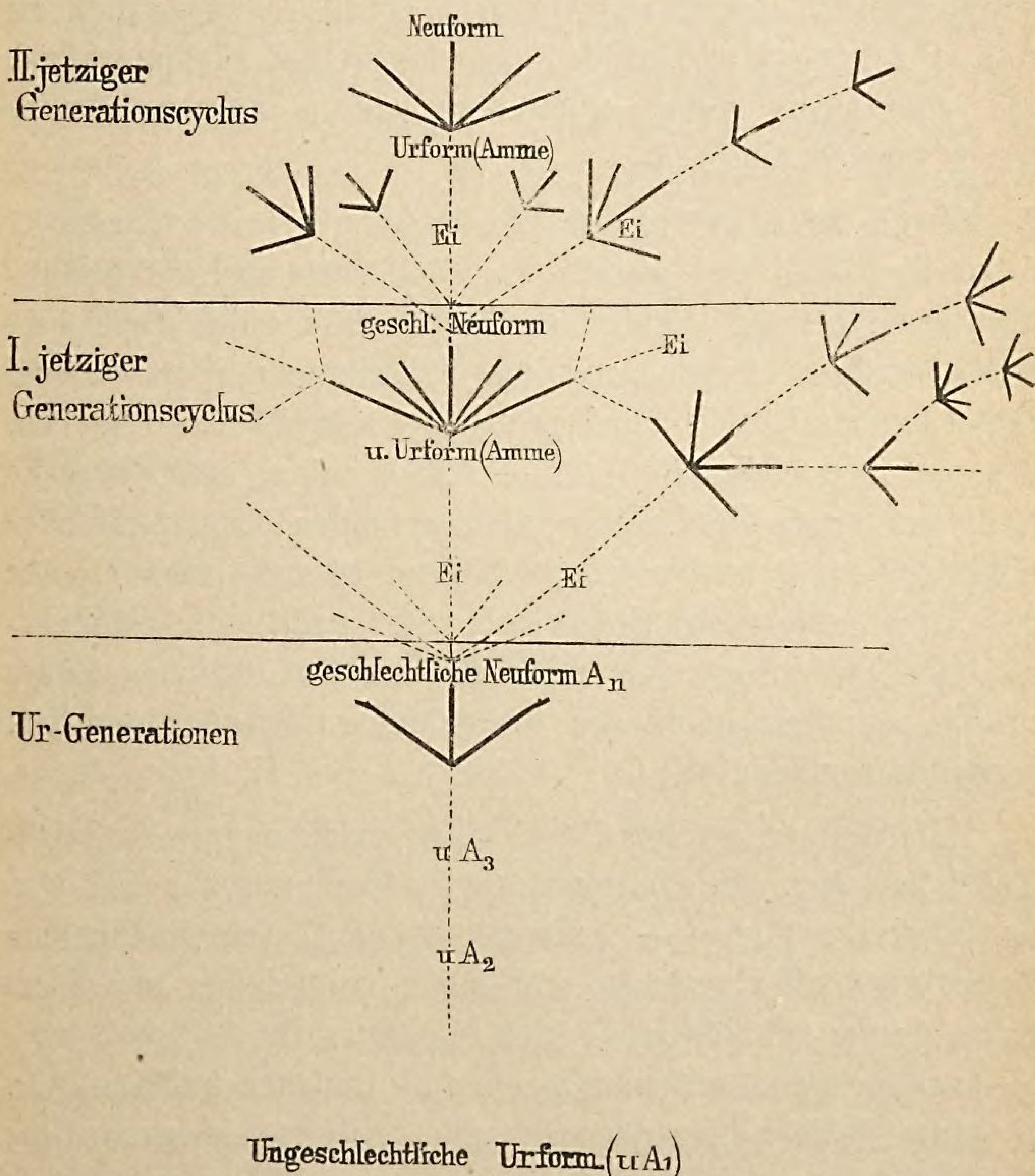


Fig. 88.
Schema des einfachen Generationswechsels.
- - - - Ei und daraus entstehende Amme.
—— von der Amme auf ungeschl. Weg erzeugtes (eiproducirendes) Geschlechtsthier.

nicht selbst zur Knospe wird, sondern nur die Knospen an sich erzeugt, so folgt daraus, daß, ehe aus der „Larve“ A vollendete Thiere werden können, sie früher, wie ehmals, selbst erst proliferiren muß.

Die Neu- oder Quallenform A_n erzeugt also zunächst (durch ihr Ei) die Stamm- oder Urform A, und erst diese erzeugt A_1, A_2 u. s. f. resp., bei abgekürzter Metamorphose, auch unmittelbar wieder, und zwar meist in mehreren Exemplaren, die Neuform A_n.

Dies ist also eine Metamorphose, eine Wechselfolge der Generationen. Das vollendete oder Geschlechtsthier zeugt die ihm gleichenden Nachkommen nicht selbst, nicht direkt, sondern es zeugt nur die alte Stammmutter, die sog. Amme, und erst diese gibt dem neuen Geschlecht den Ursprung. Dies ist der einfachste Fall. — Sogut aber als das erste Glied der durch die Ontogenese wiederholten ganzen Stammreihe selbständig proliferirt, ebenso kann es auch jedes folgende ein- oder auch *mehrmals* thun, wodurch dann selbstverständlich das ganze baumartige Schema der cyclischen Generation, wie wir es in Fig. 88 entworfen haben, noch viel verwickelter würde.

Die Ammen gewisser Quallen sind Erscheinungen der merkwürdigsten Art. Sie gleichen einem Baume. Die aus dem Ei kriechende Larve — anfangs mit Hilfe eines Wimperkleides im Wasser rotirend, setzt sich nämlich später auf einem Stein, einer Muschelschale und dgl. fest, streckt sich stammgleich in die Höhe, und nun sprossen oft tausende und tausende, ja ganze Wälder von Zweigen und Zweigelchen hervor, die ihrerseits dann erst jene knospenähnlichen Medusen treiben.

Weniger ansehnlich, aber nicht minder fruchtbar ist die Amme gewisser Würmer, z. B. des Leberegels. Anfangs ist sie nicht unähnlich der Quallenlarve. Anstatt aber, Pflanzen

gleich, die neuen Sprößlinge nach außen zu entfalten, geht hier die Proliferation ganz im Geheimsten und Verborgenen vor sich.

Zunächst entstehen, genau wie bei der Eierbildung, kleine Kerne, die Keimbläschen, welche durch Umlagerung mit Protoplasma schließlich zu Keimzellen werden. Die weitere Entwicklung der letzteren und der eigentlichen Eier ist aber eine wesentlich verschiedene. Die Eizelle beginnt sich erst dann zu gestalten, d. h. zum Embryo zu differenziren, wenn sie das gesammte hiezu nöthige Bildungs- und Nährmaterial in sich aufgenommen und den befruchtenden Samen empfangen hat. Anders die Keimzelle. Hier wird mit der Gestaltung des Keimstoffes nicht gewartet bis alles beisammen ist, bis alle Bausteine vereinigt sind, sondern die Formung beginnt schon an der jungen, sozusagen noch unreifen Keimzelle, indem sich ihr Inhalt in mehrere Tochter- oder Embryonalzellen sondert, die unter beständiger Aufnahme aus dem Stoffkapital der Mutter sich vergrößern und neuerdings theilen, so daß zu der Zeit, wo die mit einem gleichen Bildungsmateriale ausgerüstete Eizelle sich erst zu gestalten anfängt, hier der Embryo, das junge Thier oder der Keimling schon fix und fertig in der Mutter liegt.

In der Regel entstehen in jeder Amme sehr viele solcher Keime und so ist es begreiflich, daß von der erstern oft nichts als der leere Balg zurückbleibt. Die Amme verhält sich also hier oft ähnlich wie eine Mutterzelle, die bis auf die Hülle in die Tochterzellen aufgeht. Sowie sich aber in den letztern oft wieder eine zweite Zellengeneration vorfindet, so enthalten auch bisweilen die Keime, noch innerhalb der (Ur-)Amme, schon wieder die Anlagen zu neuen Keimen oder neuen Ammen, wodurch dann, in gewissem Sinne, die alte Einschachtelungstheorie wieder zu Ehren kommt.

Die Vortheile dieser Vermehrungsweise sind selbstredend. Damit die von den Geschlechtsthieren producirten Eier geradewegs wieder zu solchen sich entwickeln können, müssen sie eine relativ bedeutende Aussteuer von der Mutter bekommen, wodurch nothwendig ihre Zahl beschränkt wird. Statt dessen werden hier die Eier nur mit einem Minimum von Bildungsmaterial versehen, gerade hinreichend, um ein selbständiges Wesen der allereinfachsten Art daraus zu machen, das dann das Fehlende sich selbst erwerben muß. Alles dieses geht nun, was beim Geschlechtsthier nimmermehr möglich wäre, auf ihre Brut über. Alles, oft bis aufs letzte brauchbare Atom wird also Zeugungs-, wird Produktionsstoff. Das Leben der Amme ist dabei freilich ein ungemein flüchtiges — aber darauf kommt es eben nicht an, sie ist ja nur Mittel zum Zweck, eigentlich gar nichts anderes als ein sich selbst ernährendes und vergrößerndes Zeugungsorgan.

Der zweite Vortheil ist die Möglichkeit einer die Produktivität steigernden vielseitigeren Ausbeutung der nährenden Umgebung. Ein Thier, z. B. eine Assel, das stets nur einerlei Gestalt besitzt, ist bei seinem Nahrungserwerb ausschließlich auf das Medium beschränkt, wofür es organisirt oder angepaßt ist, und das, was das junge Individuum z. B. genießt, ist ein Raub am Futter der älteren, wodurch deren Produktionsfähigkeit nothwendig vermindert wird.

Anders bei metagenetischen Geschöpfen, wo Amme und Geschlechtsthier an ganz verschiedenen Tafeln schmausen. Die Leberegelamme z. B. beutet, so viel sie vermag, die reichen Nahrungsschätze des Sumpfes aus und stappelt das erworbene Material in ihren Keimlingen, den famosen Cercarien auf. Sobald aber letztere in die Gallengänge ihres Wirthes gelangen, so finden sie abermals Material in Hülle und Fülle, einerseits zur eigenen besseren Organisirung, andererseits zur

Produktion der Eier, ohne, mögen sie verzehren, wie viel immer — die Renten ihrer Ammen auch nur im geringsten zu verkürzen.

Untersuchen wir nun, inwieferne die eben von den Quallen und Würmern geschilderten Entwicklungs- und Zeugungsverhältnisse mit jenen der Insekten verwandt sind.

Was vorerst den bloßen individuellen Gestaltwechsel, also die sogenannte Metamorphose betrifft, so tritt diese bekanntlich kaum wo so allgemein und so prägnant wie bei den Insekten zu Tage, und nirgends läßt sich anschaulicher darthun, daß die verschiedenen Formen, unter denen ein Thier während seines ganzen Lebenslaufes nach einander erscheint, in erster Linie bedingt sind durch den Wechsel seiner Existenzbedingungen.

Beistehend (Fig. 89 a) sieht man die erste Lebens- oder Larvenform von Sitaris humeralis, einem bekannten Käfer. Man findet dieses muntere Ding im Frühsommer an den Eingängen zu den oben beschriebenen Gallerieen der Erdbienen auf der Lauer liegen. Bei guter Gelegenheit springt sie den letztern, gleich einem Floh, auf den Rücken und kommt so auf ganz bequeme Art in die verborgensten Zellen, wo sie nichts Eiligeres zu thun hat, als die Eier ihres gefälligen Wirthes zu verspeisen. Der kluge Parasit will aber nicht bloß die Eier, er will auch den in den Zellen aufgespeicherten Honig haben. Hiezu wären ihm aber offenbar die Beine lästig — und siehe da, das schlanke, gliederreiche Wesen verwandelt sich in eine den Maden seines Wirthes auffallend ähnliche Larve (b), die wie ein kleiner Floß im Honig schwimmt, die Stigmen (st) hoch oben am Rücken, wohl damit sie durch den klebrigen Nährstoff nicht verstopft werden.

Aber diese Umwandlung ist nicht die einzige. Zunächst wird, um nur kurz anzudeuten, eine Art Tonnenpuppe (c)

daraus, aus dieser entsteht wieder eine von Honig sich nährende Larve (d), welche aber, da der kleine Honigteich inzwischen gesunken, die Stigmen tiefer als die erste haben darf, und erst diese dritte Larvenform geht, durch das Mittel-

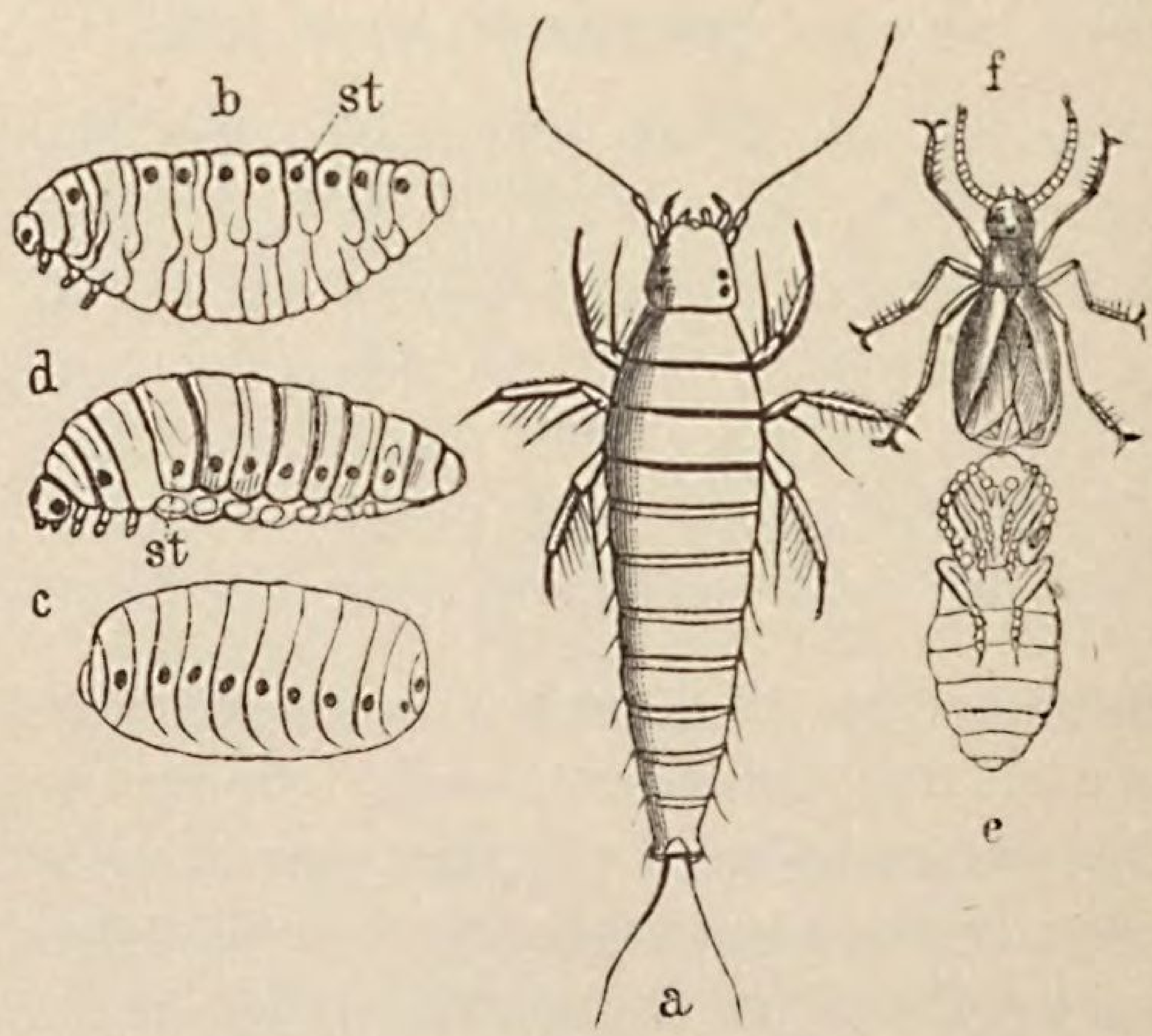


Fig. 89.

Entwicklung von Sitaris humeralis. Nach Fabre.

a Erste, auf die Erdbiene springende und ihre Eier fressende Larvenform.
b Zweite, vom Honig der Zellen lebende Larvenform (Stigmen st ganz oben auf dem Rücken).
c Erste (provisorische oder Schein-) Puppe.
d Dritte, fast der zweiten gleichende, gleichfalls von Honig lebende Larvenform (Stigmen st näher dem Bauche).
e Zweite (definitive) Puppe.
f Geflügeltes Insekt.

stadium einer typischen Käferpuppe (e), in das vollendete Insekt über.

Dem mehrfachen Wechsel der Existenzbedingungen entspricht hier also in der That ein mehrfacher Wechsel der

Organisation: die erste Larve ist zum Springen, die zweite zum Schwimmen im vollen Honigbehälter, die dritte zum Aufzehren der letzten Honigreste angepaßt.

Um aber eine Analogie mit dem Lebenslauf des Leberegels zu erhalten, müßte ja die Sprung- resp. die Honiglarve auch eine eigene Brut erzeugen.

Weshalb dies nicht geschieht, können und wollen wir selbstverständlich nicht ergründen, aber das Eine ist klar, daß speciell in diesem Fall nichts Gescheidtes herauskäme, da ja der Honigvorrath einer Zelle eben nur für Eine Larve, nicht aber für viele ausreicht. —

Ja kommt es denn überhaupt vor, daß Insekten, gleich Würmern und Quallen, im Larvenzustand sich fortpflanzen?

Vor etwas weniger als 20 Jahren würde man Jedem, der so etwas behauptet hätte, ins Gesicht gelacht und ihn für einen Phantasten ausgegeben haben. Heute kennen wir freilich auch erst einen einzigen Fall, der seinerzeit, wie man sich denken mag, kein geringes Aufsehen erregte. Wir fragen aber erstens, ob es wahrscheinlich ist, daß unter den Hunderttausenden von Insekten diese Ausnahme von der Regel nur ein einziges Mal vorkommen soll, und dann, ob uns die folgenden zwanzig Jahre nicht eben so gut eine zweite Entdeckung bringen können, als es die letzten thaten?

Der betreffende Fall ist nun in Kürze der. Wenn der Leser den durchfeuchteten Bast eines alten Baumes zerbröckelt, wird er in der Regel eine Menge kleiner weißlicher, oft ganz durchsichtiger Würmchen darin finden. Dies sind die Maden verschiedener Fliegenarten. Bringt man solche unter das Mikroskop, so mag man gelegentlich wohl sehen, daß in diesen Würmchen wieder kleinere leben, die man bei der großen Aehnlichkeit gewisser Kerfmaden leicht für Sprößlinge der größeren halten könnte. Wir wissen aber, daß diese

Binnenmaden, welche oft den ganzen Leib ihres Trägers erfüllen und darin wie ungezogene Gäste in einer Herberge sich benehmen, von gewissen Schmarotzerkerfen, namentlich von Schlupfwespen herstammen, welche die Eier in Insektenlarven ablegen und die Jungen von ihnen aufammen lassen.

Ein ähnliches Schauspiel, wie wir es da beschrieben, zog im Jahr 1861 die Aufmerksamkeit des berühmten Zoologen N. Wagner in Kasan auf sich. Die Maden, welche es ihm zeigten und von denen eine in Fig. 90 abgebildet ist, hatte er aus dem Bast einer alten Ulme bekommen. Was ihn aber gar bald in große Aufregung versetzte, war einmal die Beobachtung, daß die Binnenmaden bis auf das kleinste Detail, namentlich aber hinsichtlich der ganz originellen Mund- und Augenbildung ihren Trägern glichen, so daß an ihrer Identität absolut nicht länger zu zweifeln war. Ausschlaggebend war aber vor Allem die Thatsache, daß diese Binnen-, oder Tochterlarven wollen wir sie jetzt heißen, nicht von außen hineinkamen, sondern innerlich aus keimähnlichen Zellen der Mutterlarve sich bildeten, und sobald sie den leeren Balg der letzteren verlassen hatten, gleich den Keimschläuchen der Saugwürmer auch ihrerseits wieder eine ähnliche Binnenbrut erzeugten.

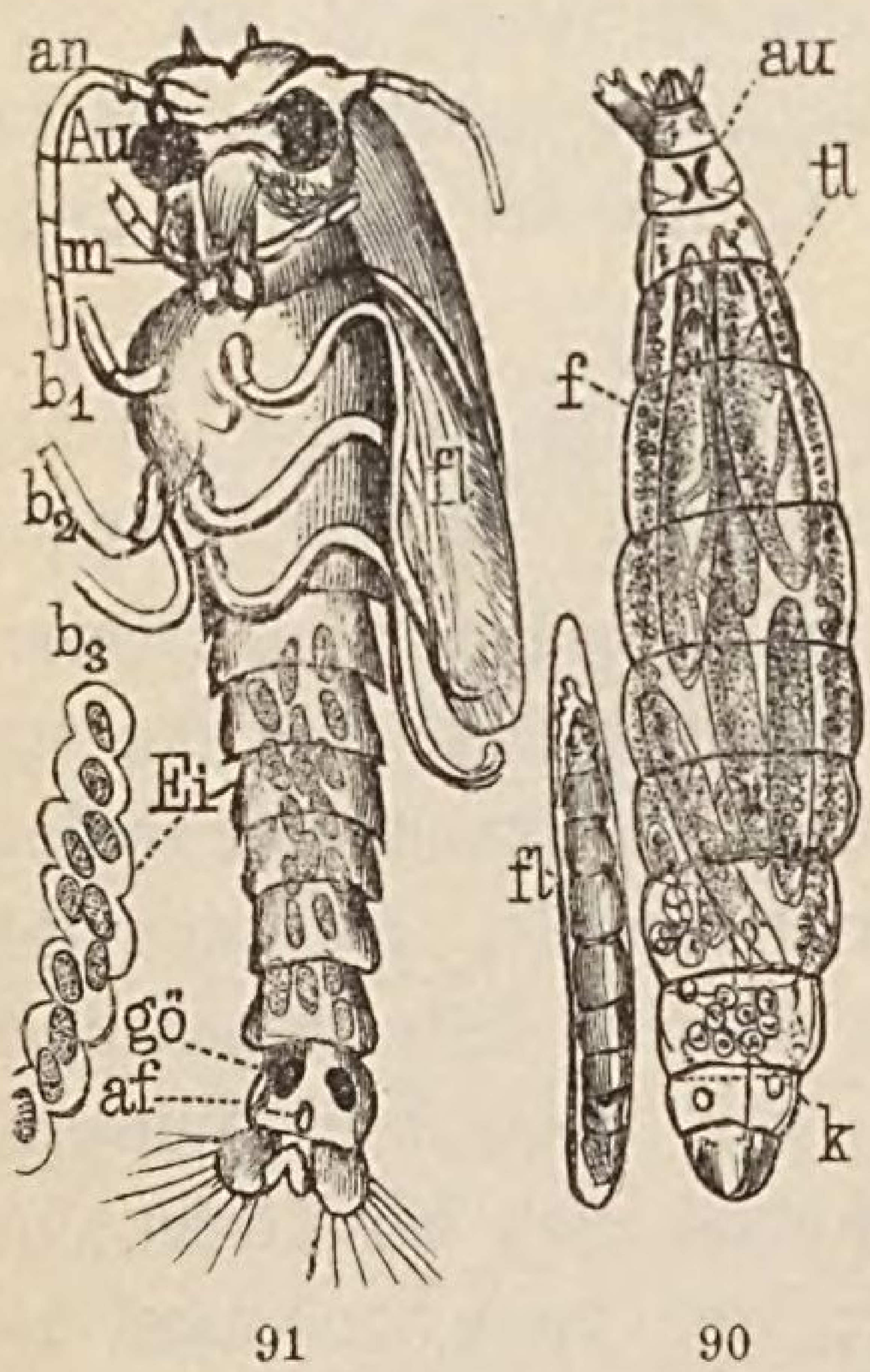


Fig. 90.
Larve einer Gallmücke (Miastor spec ?) mit Tochterlarven (tl) erfüllt. au Auge, f Fettkörper, k Keimzellen.

Fig. 91.
Puppe einer Federbuschmücke (Chironomus). gö die beiden Geschlechtsöffnungen, aus welchem die in einem Gallertstrang eingebetteten Eier hervorkommen. Nach O. Grimm.

Dank der eifrigen Jagd, die nun, von verschiedenen Forschern, auf diese Wunderlarven gemacht wurde, entdeckte bald darauf Meinert dieselben Maden gleichfalls in einer Buche, Pagenstecher in gekochten Runkelrüben und Ganin in feuchtem Kehricht, aus welchen Fundangaben allein schon zu entnehmen ist, daß es höchst wahrscheinlich mehrere aber sehr nahe verwandte Arten von diesen Kerfen gibt.

Durch die Bemühungen Meinert's, Leukart's und Mecnikow's wurde nun allgemach auch der ganze wunderliche Lebenslauf derselben enthüllt und endgiltig festgesetzt. Die gewissen Larven gehören einer der vielen Gallmücken und zwar Eine Gattung wenigstens der neucreirten Species Miastor metraloas an. Die befruchtete weibliche Fliege legt sehr wenige, aber große Eier meist in die Rinde mulmiger Bäume, die sich dann nach der gewöhnlichen Regel entwickeln, nur daß hier die keimstockartigen Fortpflanzungsorgane sehr frühzeitig vorgebildet werden. Einzelne Follikel oder Fächer derselben trennen sich bald los, fallen in die Leibeshöhle und in jedem entsteht nun ein Keim, der von einem gewöhnlichen Kerfe sich vornehmlich schon dadurch unterscheidet, daß er, unter fortdauernder Zunahme an Material, welches hauptsächlich aus dem massigen Fettkörper stammt, schon frühzeitig sich zu formen beginnt. Nach der Sprengung der Keimhüllen bleiben die Larven noch einige Zeit im Schooße der Mutter, mästen und vergrößern sich auf Kosten ihrer Eingeweide, und verlassen erst den ausgeweideten Balg, nachdem sie sich früher gehäutet haben. Ganz auf dieselbe Art entwickeln sich nun rasch hinter einander mehrere Madenbruten, und der Abschluß des ganzen Generationskreises oder der Uebergang zum geschlechtsreifen Insekt findet erst, aber unter noch unaufgeklärten Verhältnissen, im folgenden Sommer statt.

Wesentlich anders verhält es sich mit dem viel ventilirten Generationswechsel der Blatt- und Rindenläuse, wo wir Vorgänge gewahr werden, die bald so, bald so ausgelegt werden, die uns aber, beim rechten Licht besehen, nur den augenscheinlichen Beweis geben, daß die scharfe Distinction zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Zeugung nur im Kopfe der Zoologen, nicht aber im Haushalt der Natur existirt.

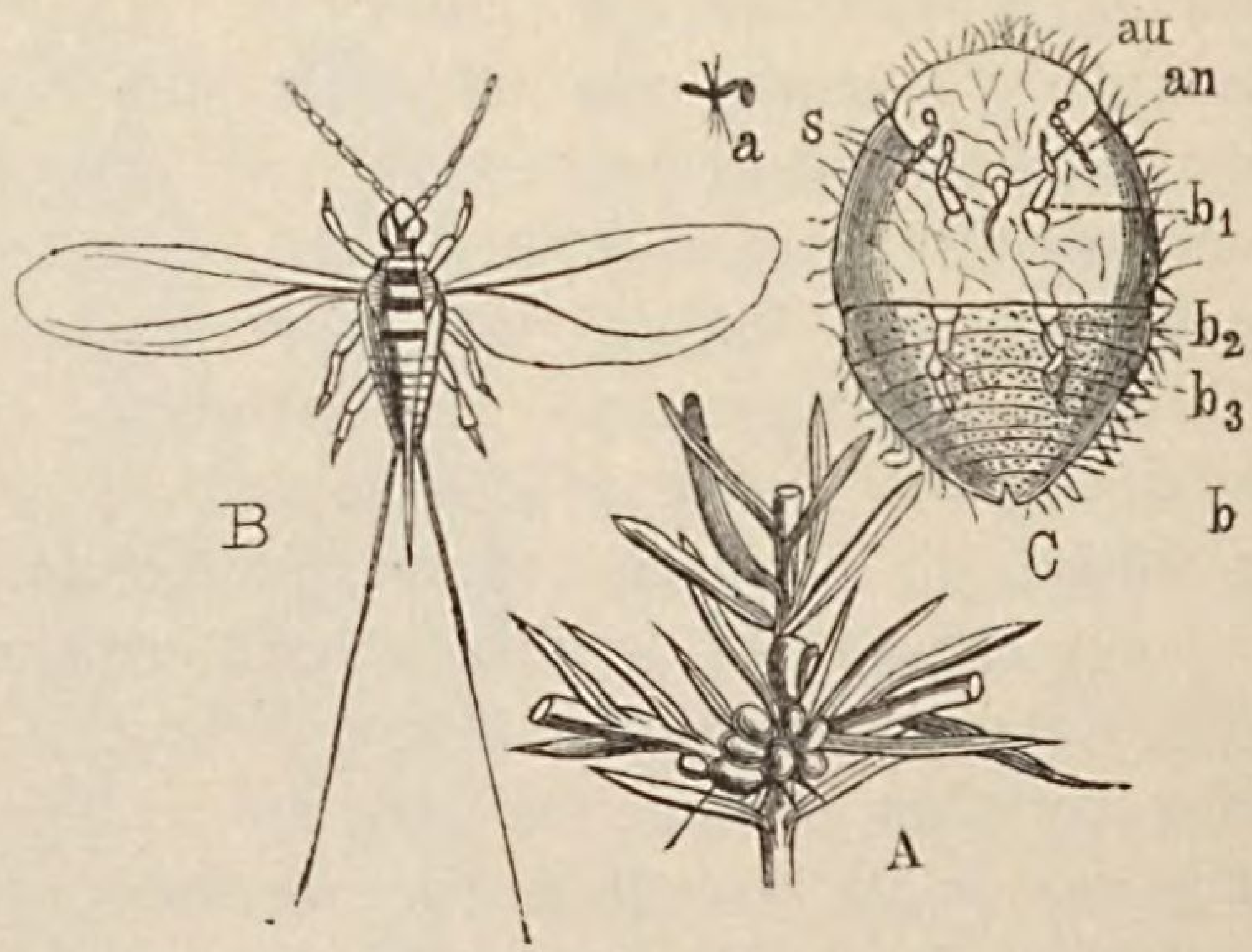


Fig. 92. Schildlaus (Coccus spec.).
B geflügeltes ♂. A ♀, gleich Beeren an den Nadeln sitzend. C Larve des ♀ (au Auge, an Fühler, s Rüssel, b_1—b_3 Beine), stark vergr. a ♂ und ♀ in nat. Gr.

Betreffs der echten Blattläuse ist zu allererst zu constatiren, daß ihre Weibchen, so gut wie bei vielen andern Insekten (Wanzen, Heuschrecken u. s. w.), bald geflügelt, bald ungeflügelt sind. Daraus folgt, daß eine Blattlaus, die keine Flügel hat, nicht nothwendig wegen dem Mangel dieser Organe allein für eine Larve gehalten werden darf, so wenig etwa, wie das Weibchen einer Schildlaus (Fig. 92 A), das im geschlechtsreifen Zustand in vieler Hinsicht sogar unvollkommener als im Stadium der Larve (C) ist.

Die echten Blattlausweibchen, sowie die zugehörigen und fast stets geflügelten Männchen trifft man in der Regel und unter den Verhältnissen, wie sie die freie Natur in unseren Gegenden darbietet, nur im Herbste an. Sie begatten sich und erstere legen dann auf die künftige Futterpflanze die ziemlich hartschaligen Eier ab, welche sich im nächsten Frühjahr in der gewöhnlichen Weise entwickeln.

Als Curiosum führen wir hier an, daß nach Balbiani die herbstlichen Geschlechtsthiere von Phylloxera quercus und Andere weder Rüssel noch Darm besitzen, also beim Mangel der Selbsterhaltungsorgane, wenigstens im vollendeten Zustand, ganz ausschließliche Arterhaltungswesen sind.

Daneben gibt es wieder Individuen, wie z. B. die ganz abenteuerliche Form in Fig. 93 C, die keinerlei Zeugungsorgane besitzen und die somit nicht bloß als geschlechtslose, sondern geradezu als sterile Formen zu bezeichnen sind.

Kehren wir jetzt zu den befruchteten Herbsteiern zurück. Nach der Regel sollte man erwarten, daß aus ihnen wieder den Eltern gleichende Geschlechtsthiere, also sowohl Männchen als Weibchen hervorgingen. Erstere fehlen aber bis zum Herbste ganz und gar, und die neuen Blattläuse, die man für die letzteren halten möchte, unterscheiden sich von den echten Weibchen gleichfalls sehr wesentlich. Waren die Herbstweibchen geflügelt, so sind die Frühlingsläuse meist ungeflügelt, oder es kommt der umgekehrte Fall vor, der dann auf das handgreiflichste beweist, daß die erwachsenen Frühlingsblattläuse nimmermehr, wie dies vielfach geschieht, als Larven bezeichnet werden dürfen.

Ein anderer auch für den Uneingeweihten auffälliger Unterschied liegt darin, daß die Herbstweibchen Eier legen, während die Frühjahrsläuse gegen alles gewöhnliche Herkommen ausgebildete Junge gebären. Der Akt ist interessant genug und kann im Sommer zu jeder beliebigen Zeit beobachtet werden,

wenn man sich eine mit Blattläusen inkrustirte Pflanze auf das Zimmer bringt. Da sehen wir Thiere in allen Größen und Altersklassen (Fig. 95 A), große, dickleibige, die sich aus guten Gründen nur äußerst langsam bewegen, und kleinere, die unruhig auf den wohlgemästeten Leibern der andern herumspazieren.

Fixiren wir mit einer Lupe längere Zeit eine der erstern, so sehen wir auf einmal aus ihrem Hintertheil ein zierliches, anfangs etwas blasses Läuschen hervorkommen (Fig. 93 A), das

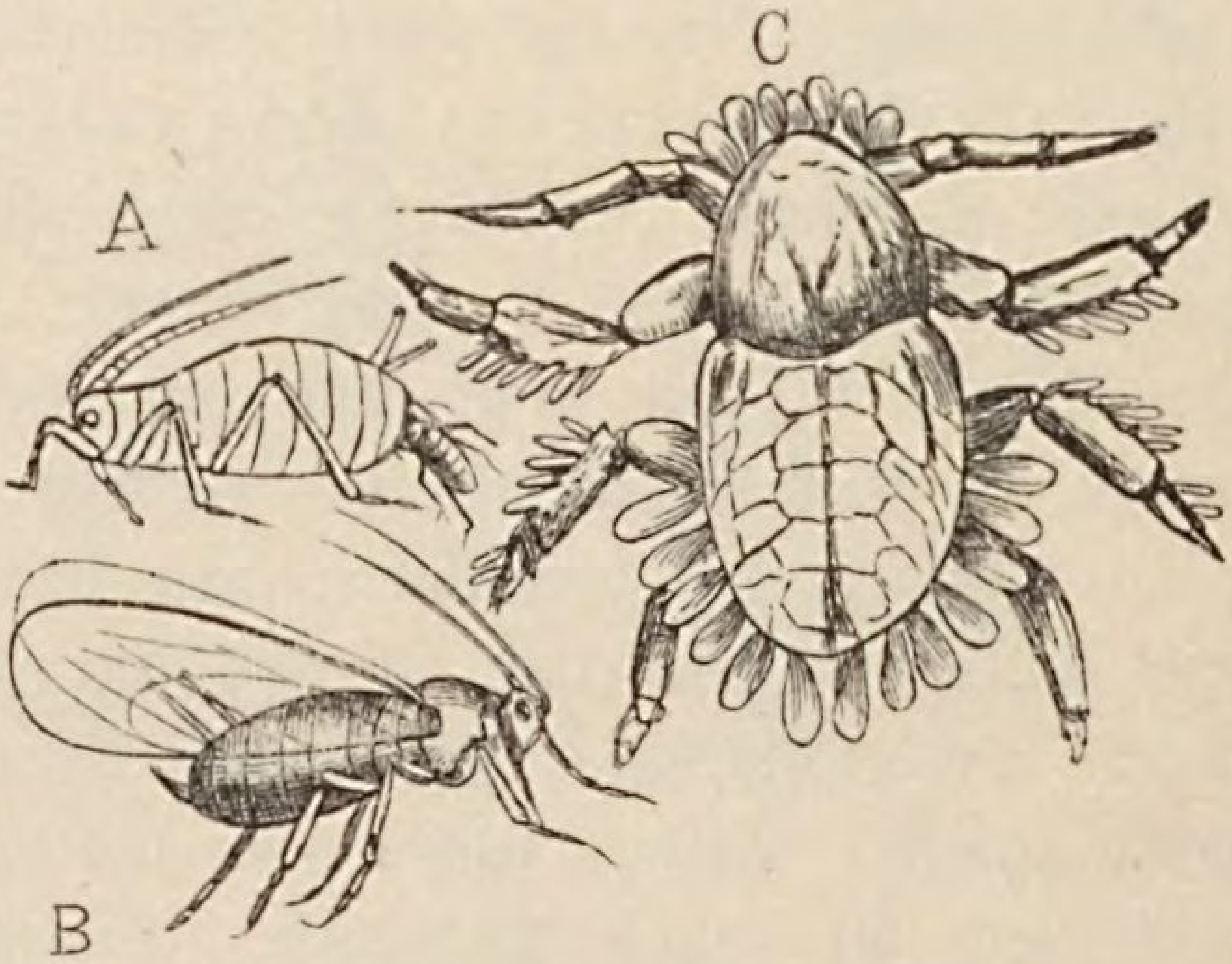


Fig. 93. Blattläuse.
B geflügeltes Männchen, A ungefl. Amme, C die zweite ungeflügelte aber sterile Form von Aphis aceris (Periphyllus testudo Van d. H.), vergr.

mit seinen Beinchen alsbald Posto faßt und durch herzhaftes Anstemmen und Ziehen die Entbindung erleichtert. Haben wir ein Weilchen Geduld, so bemerken wir auch, daß sich, in kurzen Pausen, derselbe Akt mehrmals wiederholt, und in der Zeit einer Stunde kann man bei einem und demselben Individuum wenigstens ein Dutzend solcher Geburten erleben, wobei die Wöchnerin in der Regel mehrmals ihren Ort wechselt.

Diese Erscheinung des Lebendiggebärens allein ist es indeß nicht, was die Frühjahrsblattläuse so besonders aus-

zeichnet. Aehnliches zeigen uns nämlich auch andere Kerfe, z. B. die Fleischfliege, eine Schabe (Tinea vivipara), manche Schildläuse, sowie auch etliche Käfer, und erlauben wir uns, zu besserer Veranschaulichung der Sache, in beistehender Figur 94 ein solches mit Larven schwanger gehendes Insekt vorzustellen.

In den letztgenannten Fällen klärt sich das Lebendiggebären damit auf, daß die Eier, nachdem sie ihre Bildungsstätte in den Ovarialfollikeln verlassen haben, längere Zeit

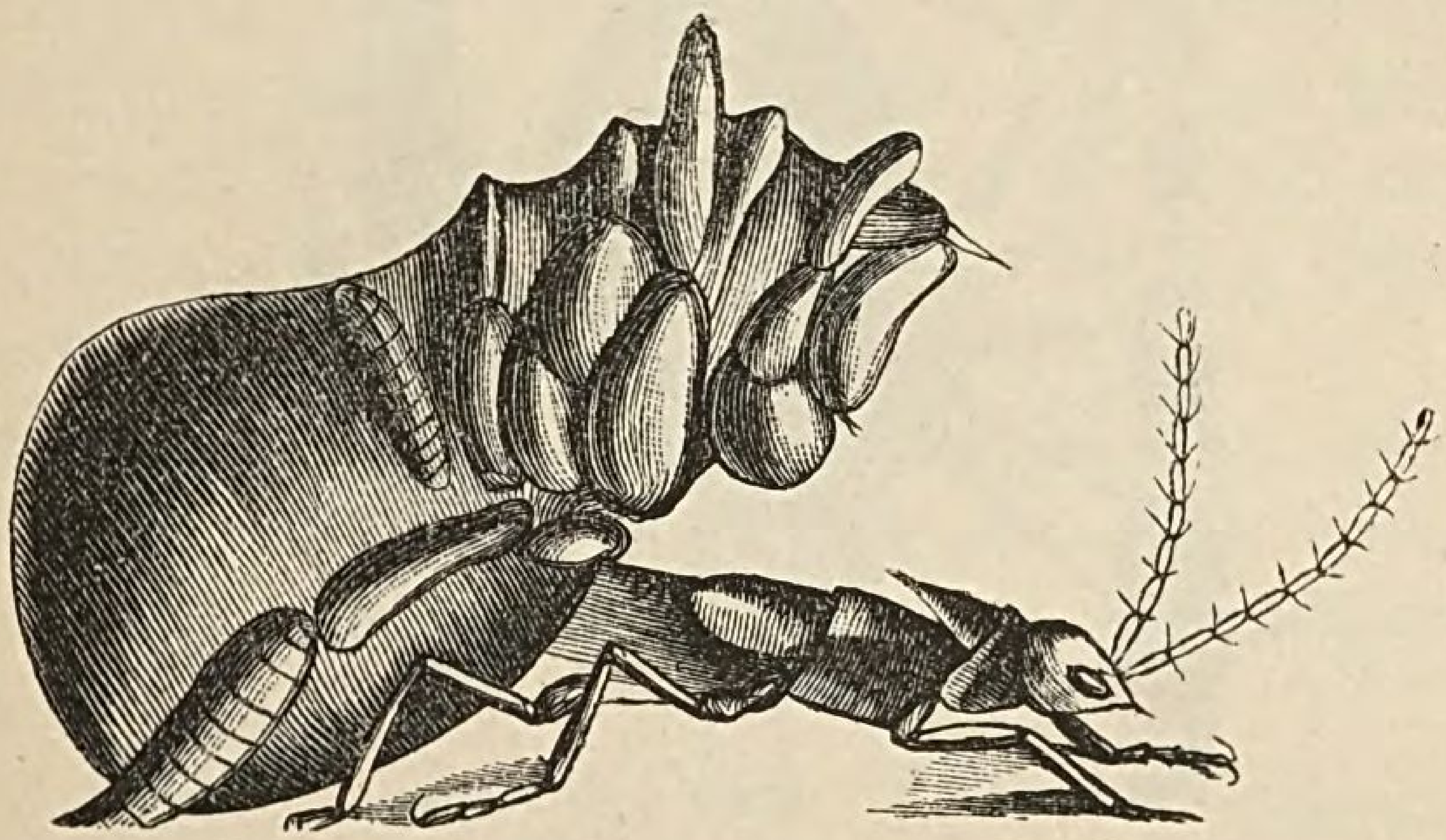


Fig. 94.
Lebendig gebärender Käfer (Spiractha Eurymedusa) aus einem brasilianischen Termitenbau. 1/10''' (!).

als sonst in den Eileitern verweilen und dort, nach erfolgter Befruchtung, ihre erste Entwicklung durchmachen, was unter Umständen für die Erhaltung der Brut von naheliegendem Vortheil ist.

Unter besonderen Verhältnissen, z. B. wenn sich in eigene Behälter der Geschlechtsgänge reichliche Drüsensecrete ergießen, die von den Larven als Nahrung aufgenommen werden, können letztere noch länger im Schooße der Mutter bleiben, ja sogar, wie bei den Laus- und Schaffliegen, innerhalb desselben sich in Puppen verwandeln.

Bei den Blattläusen ist aber die Ursache des Lebendiggebärens ganz eine andere. Ihre Jungen entwickeln sich weder aus befruchteten, noch überhaupt aus vollständigen, aus echten Eiern, sondern sie gehen aus Anlagen hervor, die in mancher Hinsicht mehr den Keimen der Saugwürmer und der Miastor-Larven entsprechen.

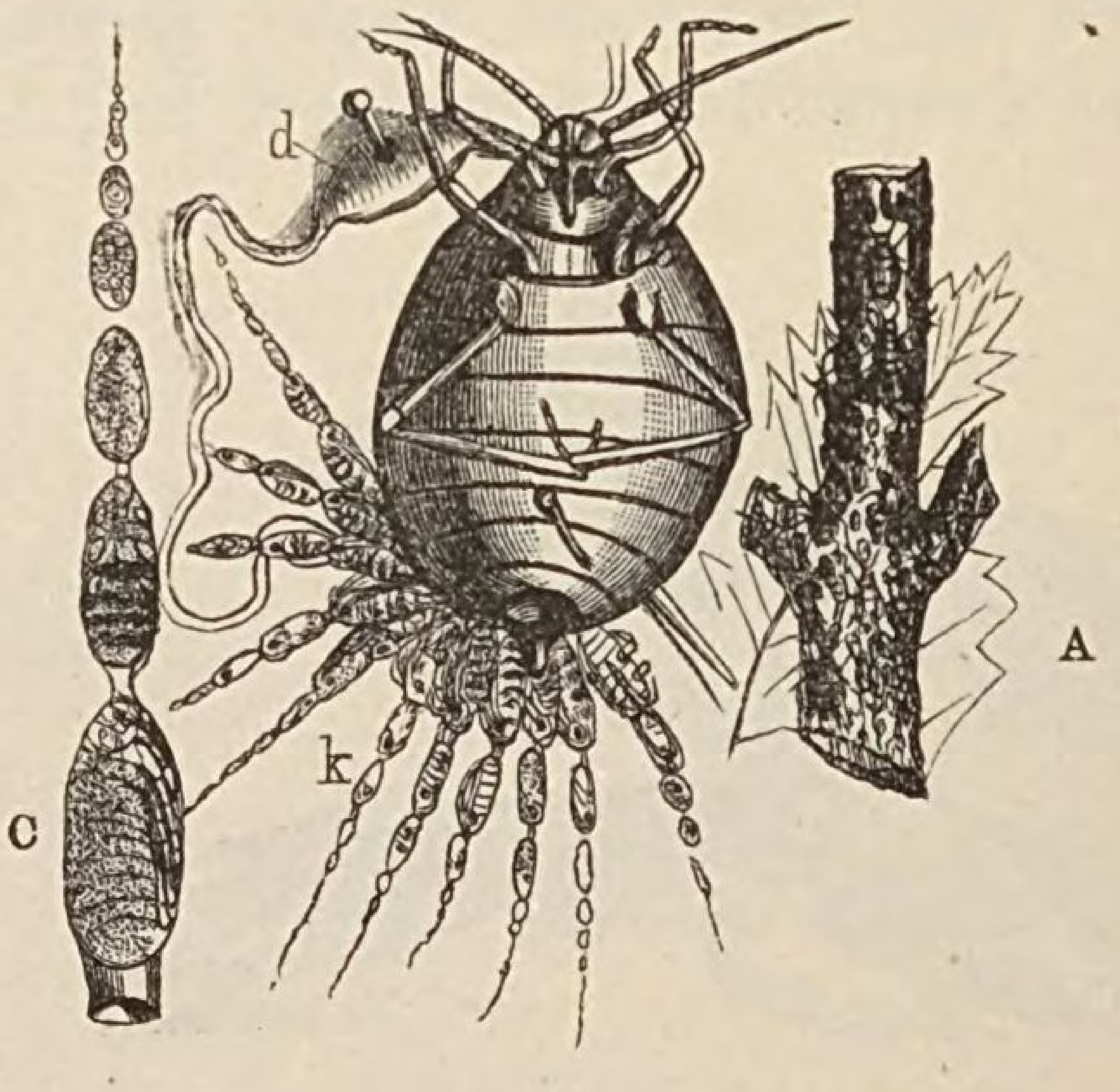


Fig. 95.
A mit Blattläusen besetzter Hollunderzweig; B Blattlaus, von der Seite aufgeschnitten, um den Darm d und den vielröhrigen Keimstock k zu zeigen; C einzelnes Keimrohr, oben mit den Keimzellen, unten mit Embryonen.

Fig. 95 B zeigt eine Blattlaus von der Bauchseite mit herauspräparirtem Darm und Zeugungsorgan. Letzteres, nach hinten umgelegt, besteht wie ein Eierstock aus zahlreichen, gegen das Ende sich verjüngenden Schläuchen mit perlschnurartig angeordneten Drüsenkammern. Bei einem echten Ovarialfollikel liegen oben die Anlagen der Eier, die Keimzellen und unten in den letzten Fächern die vollendeten Ova. Hier dagegen haben wir eigentliche Eier gar nirgends,

sondern oben nur Keimzellen, und unten die schrittweise aus denselben hervorgehenden Embryonen.

Demgemäß sind wir berechtigt, die zeugenden Frühjahrsblattläuse als ungeschlechtliche Wesen, und zwar als „gemmipare“ Ammen zu bezeichnen.

Wenn sich der Leser die Mühe nimmt, einen unehelichen Sprößling der ersten Frühjahrsgeneration sofort nach seiner Geburt von den übrigen abzusondern und auf eine eigene Pflanze zu übertragen, die er, um etwaige Männchen fern zu halten, mit einer Glasglocke bedecken mag, so erlebt er meist schon in wenigen Tagen die Freude, daß sein Pflegekind nach mehreren Häutungen auf die gleiche Weise Mutter wird, und wenn er dieses Isolirverfahren fortsetzt, kann er dasselbe Schauspiel in Einem Sommer noch einigemale erleben.

Mit andern Worten: der zweigeschlechtlichen und Eier producirenden Herbstgeneration folgt eine ganze Reihe ungeschlechtlicher, lebendig gebärender und zwar gemmiparer Sommergenerationen.

Ja welches, fragen wir nun, ist denn die genaue Zahl dieser ungeschlechtlichen Bruten; denn die Wechselfolge zwischen beiderlei Generationen wird doch genau festgesetzt sein?

Das ist sie nun aber ganz und gar nicht. Allein gerade die scheinbare Willkür und Unregelmäßigkeit, die sich da offenbart, bildet eins der hervorragendsten Argumente der Anpassungslehre.

Unter gleichbleibenden Umständen, so sagt man, müßten auch gewisse Lebens- und insbesondere also auch die Fortpflanzungsverhältnisse der Thiere dieselben bleiben. In der freien Natur dürfen wir aber selbstverständlich eine solche Constanz des organischen Seins nicht erwarten, denn hier sind ja die maßgebenden Umstände einem unausgesetzten Wechsel unterworfen. Wie wär' es aber, wenn wir, soweit

wir diese Umstände beherrschen können, für unsere Versuchsthiere eine möglichst constante, unveränderliche Welt schüfen?

Dann müßte offenbar der schroffe Wechsel in ihrer Fortpflanzungsart aufhören und, wo nicht auf einmal so doch allmälig, ein einheitlicher Zustand sich herausbilden.

Und so ist es auch, ja die Macht der äußern Umstände zeigt sich hier so stark, daß es völlig in unserer Gewalt zu liegen scheint, die intermittirende Ammenzeugung in eine continuirliche zu verwandeln. Dies schließen wir wenigstens aus Kyber's Versuchen, der eine künstliche Zucht einer Nelkenblattlaus hielt, welche durch volle fünf Jahre, d. i. durch volle 50 Generationen auf die gleiche ungeschlechtliche Art sich vermehrte.

So gut wie oben bei den Weißmann'schen Experimenten über den Saison-Dimorphismus müßte man selbstverständlich auch bei den Blattläusen das entgegengesetzte Experiment machen; denn ihr Generationswechsel ist ja eigentlich nichts anderes als ein Saison-Dimorphismus, als eine mit dem Klima und den Ernährungsverhältnissen periodisch auftretende Anpassungserscheinung.

Wenn im Herbst, bei zunehmender Kälte, die Futterpflanzen absterben, wenn der früher unerschöpfliche Säfteborn versiegt, den unsere Läuse mit Hilfe ihres Rüssels ihren zahlreichen Keimen zuleiten, dann muß auch deren Entwicklung zum Stillstand kommen und nun werden die noch übrigen Säfte zur Bildung einiger Eier verwendet, die, umkapselt von einer derben Schale und meist noch in Kissen von Flaum eingebettet, leichter als die zarten Sprößlinge den Winter überdauern.

Oben wurde gesagt, und man kann sich durch die Musterung des nächstbesten Holler- oder Rosenstrauches davon überzeugen, daß die Blattlausammen häufig flügellos sind. Ist dies nicht ein entschiedener Mangel ihrer Organisation? Man

möchte meinen, wenn man nicht bedächte, daß die Blattläuse eben Parasiten sind, die gerade durch ihre Flügellosigkeit der Gefahr entzogen werden, durch jeden Luftstoß von ihrem Nähr- und Standort gegen ihren Willen losgerissen und in alle Winde verstreut zu werden.

Sowie es aber auf der einen Seite wirklich gut ist, daß unsere Kerfchen an ihrer Futterpflanze ungestört dem „stillen Suff“ und dem löblichen Geschäft der Vermehrung sich weihen können, so ist es auf der andern, soll ihr berühmtes Geschlecht auch die gehörige Verbreitung finden, nothwendig, daß, wenn mit der rapid sich steigernden Kopfzahl der ursprüngliche Kostplatz zu klein wird, für die Absendung von Colonien gesorgt wird.

Wie nun, ist es wohl erlaubt zu fragen, wird sich die Natur aus dieser Verlegenheit helfen? Auf die einfachste Art von der Welt. Von Zeit zu Zeit werden nämlich neben den ungeflügelten Ammen, welche zur Unterhaltung der Muttercolonie bestimmt sind, auch geflügelte erzeugt, die dann mit ihren Schwingen durch die Lüfte segeln und eine neue Niederlassung gründen.

Wann und bei welchen Arten die geflügelten zuerst sich einstellen, ob und in welcher Reihenfolge sie mit den ungeflügelten abwechseln und inwieweit ferner durch künstliche Zucht, wie wohl zu erwarten, auch diese Verhältnisse modificirbar sind, auf die meisten dieser Fragen sind uns die Aphilogen noch die Antwort schuldig, und der glückliche Eigenthümer eines Gartens, der sich bislang nur mit der Vertilgung dieses Ungeziefers abgegeben hat, wird durch das Gesagte vielleicht Lust bekommen, dasselbe, im Interesse der bedeutsamsten Fragen der Wissenschaft, künftig selbst zu hegen und zu pflegen.

Im Sommer sieht man häufig das Laub der Ulmen, des Haselstrauches, der Erle u. s. w. mit den mannigfaltigsten

und oft im schönsten Roth prangenden Geschwülsten (Fig. 96) bedeckt. Bricht man sie auf, so erweisen sie sich als die Nester winziger blattlausartiger Kerfe. Dies sind die sog. Laubgallenläuse, deren Zahl, da oft schon ein einziges Blatt ein Dutzend der erwähnten Wucherungen an sich trägt, eine über alle Begriffe enorme sein muß.

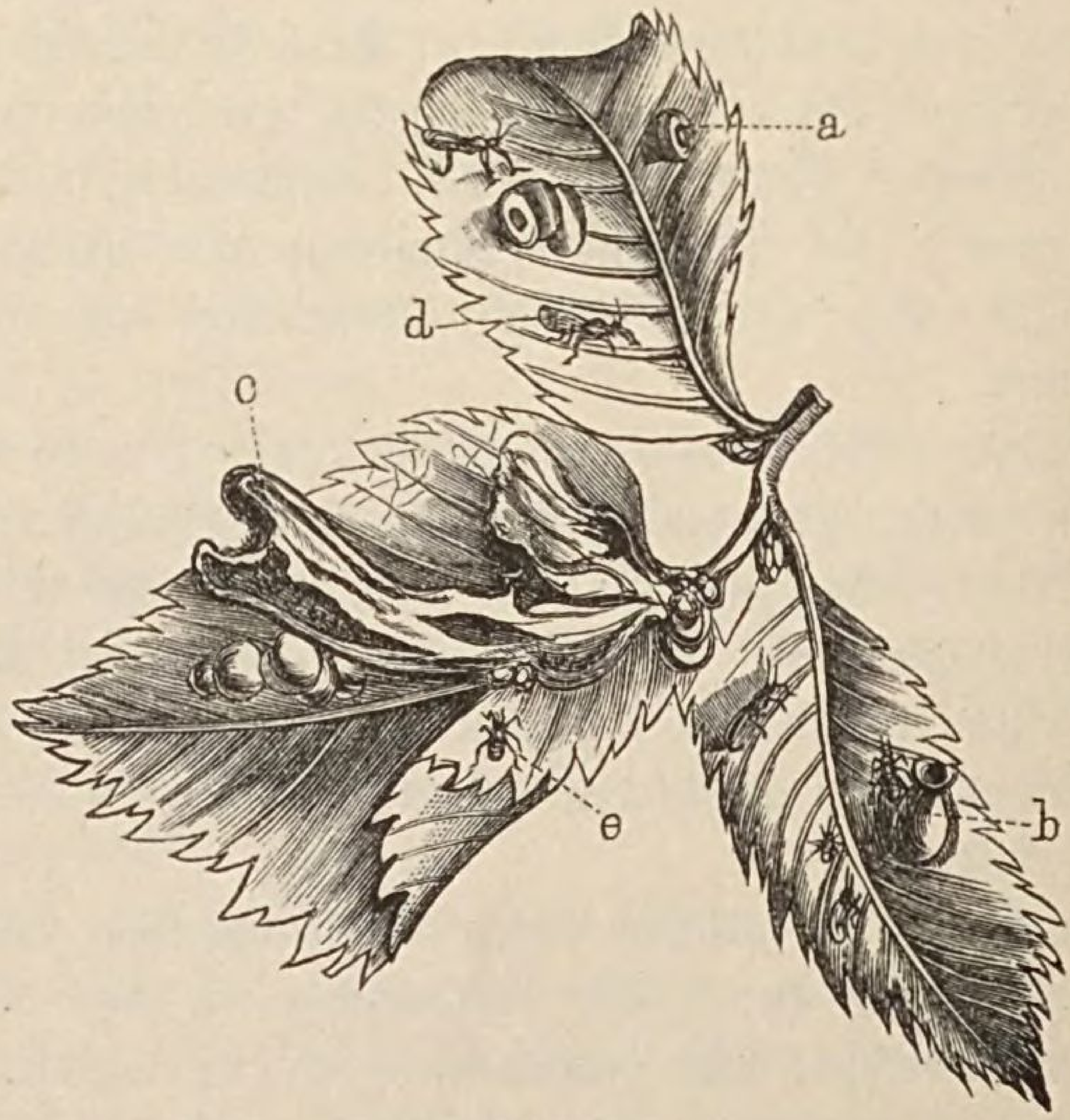


Fig. 96.
Zur Naturgeschichte der Ulmenblattlaus.
a, b, c verschiedene Formen theils geschlossener, theils schon aufgesprungener gallenartiger Auswüchse, d ein geflügeltes ausgewachsenes, e ein junges Thier, nat. Gr.

Wohl davon zu unterscheiden sind die echten Rindenläuse, die verschiedenen Chermes-Arten, wovon die auf der Fichte lebende Species, die Ch. coccineus, relativ noch am besten bekannt ist.

Eine beiläufige Vorstellung davon mag zunächst Fig. 97 A auf folgender Abbildung geben. G stellt sie vergrößert mit

ihren ganz charakteristischen, aber in der Zeichnung etwas zu kurz gerathenen Flügeln dar. Ferner zeigt D eine Larve über und über mit krausen silberweißen Fäden bedeckt, dem erstarrten Wachssecret reihenweise über dem Rücken vertheilter Drüsen, die ihnen ein flaumiges, wie bereiftes Aussehen verleihen. Bezeichnend ist noch, daß die

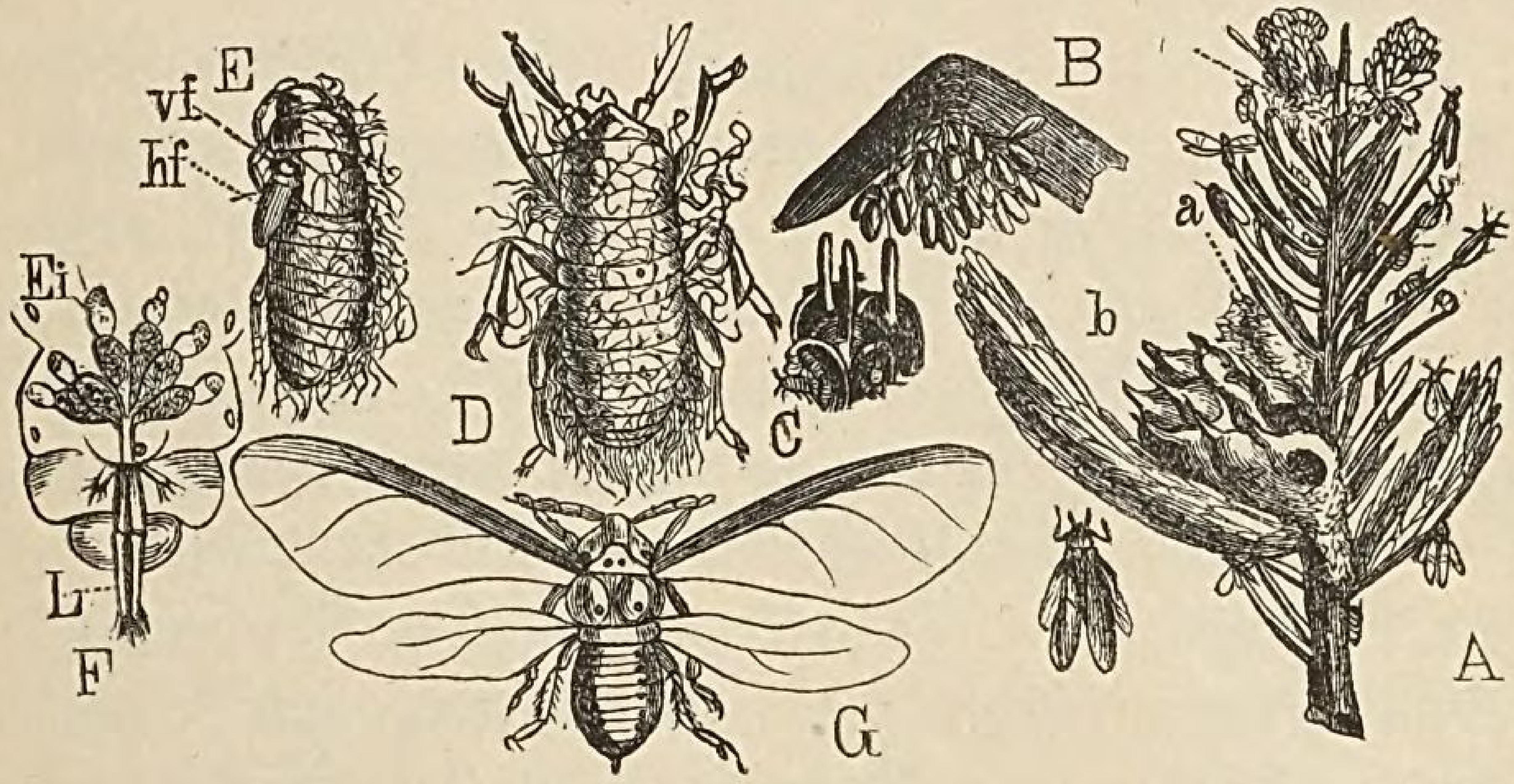


Fig. 97.
Zur Naturgeschichte der Fichtenrindenlaus (Chermes coccineus L.).

A Fichtenzweig mit den geflügelten Läusen (♂) in nat. Gr. a Eierballen, b Scheinzapfen.
B Eiergehänge an einer Nadel, vergr.
C Durch die verdickten und ausgehöhlten Wurzeltheile der Nadeln gebildete Kammern.
D Larve, vergrößert, mit ihren wollartigen Ausschwitzungen.
E Puppe, von der Seite.
G Geflügeltes Weibchen, vergr.
F Hinterleib der „kleinen" (Juni=) Weibchen mit dem fünfröhrigen Eierstock und der aus zwei Blättern bestehenden zweigliedrigen Legeröhre, vergr.

Chermes=Larven die abgestreiften und oft noch mit einem Harztropfen versehenen Bälge mit sich herumschleppen, wodurch auch ehemals die Meinung entstand, daß sie lebendige Junge erzeugten. E präsentirt endlich eine Puppe, deren Hinterflügelscheiden (hf) den vordern (vf) vorauseilen.

Auffallender wie die Kerfe selbst sind die von ihnen erzeugten Mißbildungen an den jungen Tannentrieben. Durch

den Anstich ihres feinen Rüssels am Grunde der Nadeln schwellen diese schuppenartig an, und so wandelt sich der Trieb in ein Gebilde (A b) um, das der Laie auf den ersten Blick für einen Fruchtzapfen halten würde. Diese Scheinzapfen glühen häufig im schönsten Mennigroth und man glaubt dann, eine reife Erdbeer- oder, wenn sie größer, eine Ananasfrucht vor sich zu haben.

Was nun die Fortpflanzung dieser Parasiten anlangt, so ist sie, wie schon aus der verborgenen Lebensweise zu schließen, noch weniger als die der echten Blattläuse erforscht. Auf alle Fälle scheint ein Wechsel heterogener Generationen (Heterogenie), sowie das Eine constatirt, daß ausschließlich nur Eiproduktion vorkommt und daß die betreffenden Zeugungswesen, wie schon die Gegenwart der Samentasche anzeigt, wahre Weibchen sind. Die zweigeschlechtliche Vermehrung soll bereits im Juni geschehen; das Fatale ist aber, daß die kleineren geflügelten Wesen, die Ratzeburg für die Männchen hielt, nur als zwerghafte und zum Theil mit verkümmerten Ovarien versehene Weiblein sich darstellen, und hat sich speciell die angebliche Ruthe nach unseren und Leukart's Untersuchungen als eine wahrhaftige zweigliedrige Legeröhre (F, L) herausgestellt. Soweit wir die äußerst verwickelt und auch sehr abweichend angegebenen Daten verstehen, ist das männliche Personal, strenge genommen, noch gar nicht bekannt.

Die allem Vermuthen nach parthenogenetisch sich entwickelnden Sommereier, meist (B) büschelweise an Nadeln aufgehängt oder auch vom vertrocknenden Leib der Mutter beschützt, geben dann im Frühjahr eine flügellose Generation aus entschieden parthenogenetisirenden Müttern, welche gruppenweise in besonderen Kammern der Zapfen beisammen leben (C).

Wir halten es für eitle Wortkrämerei, darüber zu disputiren, ob in Anbetracht der bei den Rindenläusen bestehenden Verhältnisse nicht doch vielleicht auch die Ammen

der ihnen so nahe verwandten echten Aphiden nur parthenogenetisirende Weibchen sind, bleiben vielmehr bei unserem früheren Ausspruch, daß eine Fortpflanzungsart unmerklich in die andere übergeht.

Ein ganz für sich zu betrachtender Fall ist aber jedenfalls der von O. Grimm bei Chironomus constatirte, die ihre in Gallertschnüren eingebetteten Eier gelegentlich schon als Puppe (Fig. 91) von sich gibt.

Hier sind Imago- und Puppeneier jedenfalls ein und dasselbe, und wenn z. B. die Miastor-Larve gleichfalls wirkliche Eier producirte, so könnte man ebenfalls, anstatt echte Keimbildung anzunehmen, auf eine von gleichzeitiger Parthenogenesis begleitete Frühzeugung oder Pädogenesis schließen.

VIII. Kapitel.

Die Insekten als Naturmacht.

Das ist die große freiheitliche Idee der Gegenwart, daß sie außer und über der Natur keine Gewalt und überhaupt kein Sein anerkennt, daß sie alles Existirende, alles physisch und psychisch Erscheinende aus den in der Natur thätigen Ursachen zu erklären sucht, und das Einzelne nicht als etwas für die Erhaltung und die Harmonie des Ganzen Nothwendiges erschaffen, sondern Alles insgesammt als Resultat des Zusammenwirkens der einzelnen Naturkräfte hervorgebracht sein läßt.

In dem Sinne haben wir uns auch betreffs der organischen Wesen und speciell der Insekten zu erklären. Die Kerfe sind nicht das Werk eines besonderen Schöpfungsactes, sondern

wie alles Uebrige, das willen- und absichtslose Erzeugniß der Natur. Durch letztere entstanden sie, und zwar eben zu einer Zeit, wo die Grundbedingungen zu ihrer Existenz gegeben waren, in ihr existiren sie, mit ihr verändern sie sich und werden endlich wieder verschwinden, wie viele andere große Thierklassen auch schon verschwunden sind, sobald die für ihren Bestand unerläßlichen Bedingungen andere geworden.

Je mehr sich aber die Natur in ihren Werken vermannigfaltigt, desto mannigfaltiger, desto vielseitiger wird auch die Kerfwelt sich gestalten.

Und welche wundervolle Harmonie, welcher seltene Einklang besteht hier nicht zwischen dem Verursachenden und dem Verursachten, zwischen dem Bewirkenden und dem Bewirkten, und dies Alles ohne alle Vorausbestimmung, ohne alle Berechnung, rein nur durch den Kampf der Elemente, durch den Zwang der Umstände, durch das allgewaltige Princip der Elimination, das alles Unharmonische, alles Nichtzusammengehörige und Zusammenfügbare, kaum hervorgebracht, auch wieder beseitigt und so alle mit einander nicht zu vereinbarenden Gegensätze abstumpft und ein immer engeres und schöneres Wechselverhältniß zwischen allem Bestehenden hervorbringt.

Wie vollkommen aber die Natur gerade die Insekten den ihnen gebotenen Bedingungen anpaßt, wie sehr sie Alles in und an ihnen, ihre Gesammterscheinung sowohl als ihre Lebensverrichtungen, ganz nach sich richtet und in die innigste und glücklichste Verbindung mit ihrer Umgebung zu bringen weiß, davon sind dem Leser, denken wir, der Beispiele schon genug gegeben worden.

Doch nicht darum handelt es sich jetzt.

Alle Naturdinge, wurde gesagt, stehen in einer beständigen und unzertrennlichen Wechselbeziehung zu einander: das

Unorganische zum Organischen, das Lebendige zum Nichtlebendigen, die Pflanze zum Thier, das Thier zur Pflanze, und so wie Alles auf Eines wirkt, so wirkt auch das Eine wieder auf Jedes zurück, und es gibt demnach nichts nur für sich Seiendes, sondern nur Ein großes Ganzes, das jedoch unserm beschränkten Sinn und Geiste nur selten als solches zu erscheinen pflegt.

Dies ist auch mit dem Insekt der Fall, d. h. es ist nicht allein das Insekt in all' der Vielseitigkeit seines Baues und seines Lebens nichts anderes als ein Werk, ein Erzeugniß der Natur; die Natur ist zum Theil selbst wieder ein Werk der Insekten.

Und man darf es ohne Zögern sagen: Unter allen von animalischen Wesen ausgehenden und ausgeübten Wirkungen gibt es keine verbreiteteren, keine vielseitigeren, keine in alle Verhältnisse des terrestrischen Lebens tiefer eingreifenden, als die der Insekten.

Man denke vorerst nur an Zweierlei. Einmal daran, daß die Kerfe, so klein sie einzeln sind, in ihrer Gesammtheit eine ganz kolossale Masse bilden, eine Masse, von der wir uns nur dann eine annähernd richtige Vorstellung machen können, wenn wir überlegen, daß es allüberall Kerfe gibt und zwar nicht bloß einige wenige und zerstreute, sondern eine so unendliche Anzahl, daß sie gewissermaßen ein besonderes Medium, eine Welt für sich ausmachen.

Dann ist aber, um die Macht der Insekten recht zu würdigen, noch zu bedenken, daß jeder Theil dieser ungeheuren Masse ein Lebendiges ist, und zwar kein Lebendiges schlechthin, sondern das thätigste, das wirkungsvollste von allem Belebten, was wir kennen.

Welche schwierige Aufgabe ist es nun aber, den Einfluß der Insekten nach allen Richtungen und Consequenzen zu verfolgen, und aus den unzähligen Einzelwirkungen ihre

Gesammtleistung auch nur annähernd und vergleichsweise mit andern Naturgewalten zu berechnen und abzuschätzen! Der Gegenstand ist ein unbegrenzter, einer, mit dem wir in aller Zukunft niemals zu Ende kommen werden, aber auch eben wegen seiner Vielseitigkeit, wegen des Einblickes, den er uns in die Werkstatt der Natur gestattet, ein so interessanter, daß man auch niemals aufhören wird, ihn zu pflegen, ihm neue Gesichtspunkte, neue Probleme und Enthüllungen abzulauschen.

Uns jedoch ist, bei der Knappheit des Raumes, nichts anderes zu thun verstattet, als an einzelnen Beispielen die Sache zu veranschaulichen.

Wir betrachten zunächst die durch die Insekten verursachte Veränderung der Natur im Allgemeinen, worauf wir dann deren Einfluß auf die Existenz und die Umbildung des Einzelnen und insbesondere des Menschen und der menschlichen Kultur ins Auge fassen.

Veränderung der Natur im Allgemeinen.

A. Veränderung der anorganischen Natur oder der Bodenverhältnisse.

Gleich den Einwirkungen der sog. Elementarkräfte auf den Bestand des Naturganzen sind auch jene der Insekten in Bezug auf ihre Intensität von zweierlei Art. Es sind entweder spontane, plötzliche, mit phänomenaler Gewalt auftretende oder ganz allmälige, langsame, aber stetig fortarbeitende.

Die Wirksamkeit der Insekten ist meist von der letzteren Art und gilt dies namentlich auch betreffs ihres Einflusses auf die Umgestaltung der Bodenverhältnisse. Sowie die austrocknende Thätigkeit der Sonne, die ihr folgende Staubverwehung durch die strömende Luft, die nagende, reibende und lösende Gewalt des atmosphärischen Wassers, die Risse-

bildung in den Gesteinen durch den Wechsel der Temperatur u. s. w. meist nur im Laufe längerer Zeiträume eine bedeutende lokale Umgestaltung hervorrufen, während ihre momentane Thätigkeit oft kaum eine Spur hinterläßt, genau so verhält es sich mit der Pionierarbeit der Kerfe.

Milliarden von Insekten, ausgebildete und Larven, durchwühlen zwar unablässig den Humus, und oft bis zu einer sehr beträchtlichen Tiefe, bis hinab zu den letzten Wurzelausläufern, welche die Pflanzen in den Boden senken; Wenige nehmen aber Notiz von dieser ihrer Thätigkeit, Wenige geben sich Rechenschaft von der ungeheuren Tragweite derselben für die schichtweise Lockerung, Auflösung und endliche Zerstörung der Erdoberfläche. Sie bedenken nicht, daß unzählige Ladungen, daß täglich und stündlich, wenn man sie zusammenrechnet, ganze Hügel, ja Berge von Erdreich aus der Tiefe heraufgeschafft und dem nivellirenden Spiel der Winde und des Wassers preisgegeben werden. Sie vergessen, daß unsere kleinen Mineure unzählige Adern und Gänge eröffnen, daß sie, einem vielzähnigen Pfluge vergleichbar, die Erde durchackern und so das große, stetige Werk der Zerstörung vorbereiten, indem sie dem Wasser durch den durchlöcherten Boden den Weg in die Tiefe bahnen.

Freilich sind es vielfach nur capillare Räume, welche die Kerfe schaffen, und in der Regel hindert uns eine dichte Pflanzendecke, die Wirkungen ihrer Thätigkeit zu schauen. Es gibt aber stellenweise auch solche, die selbst das flüchtigste Auge schon von weitem fesseln.

Dabei ist es gar nicht nöthig, daß wir in fremde Länder zu den Werken der Termiten reisen, die übrigens nicht bloß als Zerstörer, sondern, den Korallen ähnlich, auch als Erbauer unter allen Kerfen das Höchste leisten. Hier in unserer nächsten Nähe, an den Erdgehängen des Pruththales, bieten

sich dem Beschauer die großartigsten Beispiele dar. So steht in der von den diluvialen Wässern ausgewaschenen Schlucht von Sadagura eine riesige Sandbank an, die von den verschiedenen Erdimmen und Grabwespen, welche von Jahr zu Jahr hier ihre Brutstätten aufschlagen, ganz buchstäblich wie ein Schwamm durchlöchert erscheint, während sich in den Buchengehängen nebenan Tausende oft halbklafterhoher Erdhügel erheben, welche kleine Negerameisen zu ihren Erbauern haben.

Das großartigste Erdzerstörungswerk von Kerfen, das wir bisher zu sehen Gelegenheit gehabt, zeigt sich aber am Nordabhang des Cecina. Der nur von einer schüttern Grasdecke bekleidete Sandboden ist von den labyrinthischen Gängen der Ameisen in solchem Grade durchlöchert, daß man fast bei jedem Tritte einbricht, und so tragen denn unsere Kerfe gewiß sehr viel dazu bei, daß diese Gehänge, nach jedem stärkeren Regenguß, der dieses ganze Porensystem mit Wasser erfüllt, ins Rutschen gerathen.

B. Veränderung der organischen Natur

a) durch Vertilgung verwesender Stoffe.

Die ganze Masse abgestorbener organischer Substanzen, welche den Erdboden bedeckt, ist, wie wir wissen, einem beständigen Umsatz unterworfen. Ein Theil wird durch die elementaren Kräfte, namentlich durch den Einfluß der Wärme und der Atmosphärilien, in seine Grundbestandtheile aufgelöst. Ein anderer wird, freilich auch in der Regel erst nach vorhergehender Analyse, von der Pflanzenwelt aufgezehrt; sie bildet den Dünger, die unentbehrliche Grundlage des beständig sich verjüngenden vegetabilischen Lebens. Eine nicht hoch genug anzuschlagende Rolle ist aber in diesem Kreislauf der Stoffe, in diesem Säuberungs- und Wiederbelebungswerke der Natur auch den Kerfen vorbehalten. Die

Kräfte der Zerstörung und Auflösung, welche von ihnen ausgehen, sind allerdings bei weitem nicht so allgemeiner Art, wie die der andern Kräfte; dafür ist aber ihr Wirken, als ein von belebten Zerstörungsmaschinen hervorgebrachtes, ein viel energischeres, unmittelbareres und daher auch rascheres. Die Kerfe analysiren oder atomisiren nicht; sie wählen das kürzeste Verfahren: sie zertrümmern, zerschneiden, zerbohren und zerbeißen, und auch die Neuconstituirung der vertilgten Substanzen geht nicht, wie bei den Pflanzen, den langwierigen Weg der Zusammensetzung, der Synthese — indem sie die todten, proteingebenden organischen Stoffe in sich aufnehmen, verwandeln sie sie auch gleich wieder in lebendiges Protoplasma, in Fleisch und Blut, in Samen und Eier, und so geht, oft in überraschend kurzer Frist, aus Aas und Moder, das regste und bunteste Leben hervor.

Betrachten wir zunächst die Wegschaffung der vegetabilischen Substanzen.

Das Meiste wird hier von den Larven geleistet. Im Mulm alter Bäume sind es besonders Dipteren- und namentlich Schnackenmaden, sowie zahlreiche Käferlarven, z. B. von Cetonia, während das faulende Kraut- und Laubwerk am meisten von Kurzflüglern, Sphäriden u. dgl. Käfern gefressen wird.

Die Säuberung des vegetabilischen Reiches und namentlich die Reinigung des Waldes zeigt sich nirgends großartiger als in den Tropen. Sobald ein Baum umfällt, stürzen unzählige Schaaren verschiedener Kerfe über ihn her. Die einen entblößen die Rinde und legen das Holz bloß, andere durchlöchern das letztere selbst. Nun dringt das Wasser ein, und dies, mit Hilfe der Hitze, beschleunigt die Auflösung. Bald schießen dann üppige Pilze allerorten hervor, die das Werk der Zerstörung fortsetzen, und so wird, durch das Zuthun der Kerfe, binnen weniger Monate eine gewaltige Masse der

härtesten und zähesten Materie in Staub zermalmt und einer neuen Vegetation Platz gemacht.

Fast Unglaubliches leisten hierin namentlich die Ameisen und Termiten, diese verbreitetsten und eifrigsten Agenten des Todes.

Man hat Beispiele, wo diese Nager in wenigen Wochen die riesigsten Baumstämme anatomisirt und ganze Städte aus hölzernen Baracken erbaut, nachdem sie ihre Bewohner vertrieben, spurlos vom Boden vertilgt haben. Und dies ist auch gar nicht zu verwundern, wenn man sieht, mit welcher fast teuflischen Gier die unermeßlichen Armeen derselben über alles Genießbare herfallen.

Noch vielseitiger wird dem animalischen Unrathe zu Leibe gegangen. Jeder Entomologe kann dem Leser sagen, daß die Excremente der Thiere zu den reichsten Fundgruben der Insekten gehören.

Wer zählt sie auch alle die unsaubern, wenn auch zum Theil sehr schön gekleideten Gesellen, die Scarabaeus, Copris, Ateuchus, Onthophagus, die Kurzflügler und dann das unendliche Heer der Fliegen, welche den Dung, kaum gefallen, mit dem heißesten Appetit verzehren, die sich darin wälzen, ihn durchackern, verschleppen und ausbreiten. Ein einziger Kuhfladen ist ja ein kleines Kerfcabinet.

Nicht weniger zahlreich und geschäftig sind die um unsere Nase nicht allein, sondern auch um unsere Gesundheit hochverdienten Aasvertilger. Interessant ist dabei die strenge Arbeitstheilung.

Krepirt irgendwo ein Thier, so eilen zunächst hauptsächlich die Hister herbei, welche seinen Balg durchlöchern.

Hierauf kommen die Fleisch- und andere Fliegen und bedecken das Aas mit Millionen von Maden, was leicht erklärlich, da eine einzige derselben oft gegen 20,000 beherbergt.

Da nach Reddi diese Aasfliegenlarven in Folge ihrer enormen Gefräßigkeit und ihrer den höchsten Ekel einflößenden Regsamkeit an Einem Tag oft um das 200fache ihres Gewichtes zunehmen, so würde die Nachkommenschaft einer einzigen Fliege, wenn diese nur auf 0·1 mgr. geschätzt wird, im Ganzen bei 20 Kilo Fleisch verzehren, also vollkommen ausreichen, um selbst ein ziemlich großes Thier aufzuarbeiten.

Haben übrigens erst die genannten Kerfe Bahn gebrochen, dann stellen sich auch bald Schaaren vieler anderer, die Necrophorus, Silphae, Dermestes u. s. w. ein, während ab und zu auch Wespen, Hornissen und besonders Ameisen einen schönen Theil wegtragen.

Zu guter Letzt, wenn die Weichtheile schon ziemlich alle geworden, erscheinen dann, das Bild des Ekels zu vervollständigen, die eigentlichen Schindkerfe, die Corynactes, Nitidulae u. s. w. auf dem Schauplatz, welche die Knochen bis auf das letzte Fäserchen auf das Gewissenhafteste abnagen und das Werk der Skeletirung im Verein mit Ameisen und dergleichen Gelichter zu Ende führen.

Die purificirende Wirkung der Kerfe dehnt sich aber auch auf das Wasser, auf Tümpel und Teiche aus, in denen, von den kleinen Krustern, den Daphnien u. s. w. ganz abgesehen, gewisse Gattungen, wie die Stechschnacken- und andere Fliegen-, sowie Käfer- und Netzflüglerlarven, alles Unsaubere, alles in Verwesung Begriffene beseitigen.

Ein einschlägiger Versuch ist schon von Reaumur gemacht worden, welcher fand, daß von zwei Kübeln mit Wasser der eine, welcher keine Kerfe enthielt, bald stinkend wurde, während der Inhalt des andern beständig frisch blieb.

b) durch Zerstörung der Pflanzenwelt

Wenn man unter den verschiedenen Pflanzen des Feldes oder unter den einzelnen Bäumen des Waldes eine nähere

Musterung anstellt, so wird man bald gewahr, daß kaum eines dieser Gewächse vollkommen unversehrt ist, die meisten dagegen mehr oder weniger von Kerfen beschädigt sind, und sind es namentlich die Blätter, welche von ihnen oft in der übelsten Weise zugerichtet erscheinen.

Allein dies gibt uns von der pflanzenzerstörenden Thätigkeit der Kerfe nur einen ganz schwachen Begriff.

„Ein Züchter von Seidenwürmern," sagt Michelet, „glaubt im Stande zu sein, seine Pfleglinge mit einem Maulbeerbaum befriedigen zu können. Aber das ist noch nichts. Man bringe ihnen ganze Wälder und sie verlangen immer noch mehr. Auf eine Entfernung von zwanzig Schritt und weiter hört man ein eigenthümliches und ununterbrochenes Rauschen, als ob ein Bach immer und immer fortflöße über Kiesel, die er riebe und abnutzte. Und man täuscht sich nicht, es ist in der That ein Bach, ein Sturzbach, ein unendlicher Fluß lebendigen Stoffes, der unter der großen Bewegung so vieler kleinen Werkzeuge raschelt, rauscht, tönt, in dem das vegetabilische Leben in das der Insekten übergeht und langsam, unbesieglich mit der Thierheit verschmilzt." Und ist dies etwa übertrieben?

Fallen nicht thatsächlich jede Secunde Tausende von Blättern, Tausende von Blüten unter dem Zahne dieser kleinen Schnitter, während unten im Erdreich, unseren Blicken entzogen, unzählige dieser heimtückischen Geschöpfe damit beschäftigt sind, durch Zerstörung der Wurzeln die Pflanzen von Grund aus zu vertilgen?

Wäre unser Ohr fein genug, um das Geräusch dieser kleinen Maschinen zu vernehmen, so würde die vielbesungene Stille der Flur zum tosenden Lärm eines Schlachtfeldes werden.

Und dies wird sie ja auch in der That, wenn die Heuschrecken, einem prasselnden Hagelwetter vergleichbar, sich auf ein blühendes Land stürzen.

Der schon einmal genannte Regener hat ausgerechnet, daß zur Verzehrung von 1 Kilo Fichtennadeln ca. 9000 und dem entsprechend zur vollständigen Abweidung eines Morgen Waldes etwa 300,000 Raupen erforderlich sind. Was sind aber 300,000 gegen die wirkliche Zahl dieser Schadenthiere!

Es war im Juli 1858, erzählt Roßmäßler, als am Schwatzer Schutzbezirke, dem südlichen des großen Rothebuder Forstes, der Nonnenschmetterling, durch den Südwind getrieben, in unheilschweren Wolken daher flog und in wenigen Stunden vom ganzen Wäldercomplex Besitz ergriffen hatte. Wie ungeheuerlich die Menge dieser Falter war, zeigt der Umstand, daß die Förstereigebäude förmlich davon inkrustirt und die Oberfläche des Pilwurmsee's von darin ertrunkenen Schmetterlingen wie mit weißem Schaum bedeckt erschien. Im Walde selbst flogen die Schmetterlinge so dicht und wirr durch einander wie Schneeflocken beim ärgsten Wintersturm.

Dieser Massenüberflug der Nonne aus den südlicheren Forsten war indeß augenscheinlich keine Strafe Gottes, sondern verursacht durch die Fahrlässigkeit der dortigen Waldbesitzer, die das Uebel, als es noch klein war, nicht beachteten, und als es endlich in allen Wipfeln lebendig wurde, in toller Verzweiflung nichts besseres zu thun wußten, als ihre Wälder in Brand zu stecken und den Feind — ihren nördlichen Nachbarn auf den Hals zu laden! Letztere suchten denselben aber von Grund aus zu vernichten, indem die ganze Landbevölkerung zum Einsammeln der Eier aufgeboten wurde. Deren wurden nun auch vom 8. August bis 8. Mai des folgenden Jahres gegen drei — Centner erbeutet, was der schönen Zahl von etwa 150 Millionen Stück entspricht. Außerdem fing man gegen 2 Millionen trächtiger Weibchen. Obwohl nun der ganze Forst buchstäblich Stamm für Stamm revidirt

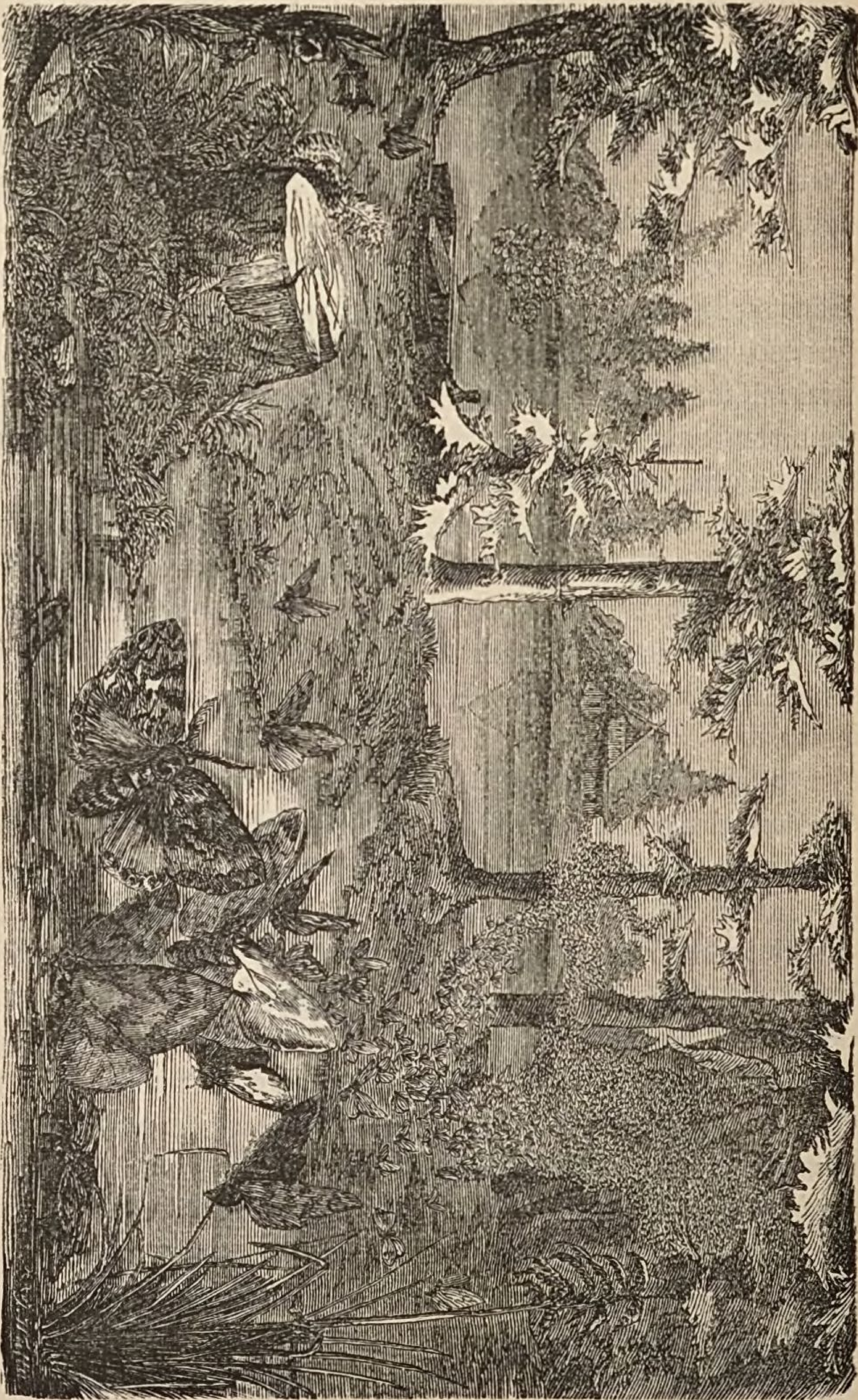


Fig. 98. Massenflug der Nonne (Liparis monacha) (ideal).

und gereinigt wurde, zeigten sich im nächsten Frühjahr allerwärts eine solche Menge von Klümpchen eben ausgeschlüpfter Raupen, sog. Raupenspiegeln, daß man sich bereits auf das ärgste gefaßt machte. Der geringe Erfolg der vorausgegangenen Brutvernichtung erklärt sich zum Theil damit, daß die Nonne, allen früheren Erfahrungen zum Hohn, ihre Eier nicht bloß an den Stämmen selbst, sondern auch an den Wurzeln, in der Bodenstreu, sowie auf den höchsten Wipfeln, kurz überall ablegte, wo noch ein freies Plätzchen zu finden war. In den gemischten Beständen waren aber vorzugsweise die Fichten der Nonne zum Opfer gefallen, während Kiefern und Laubhölzer nur bis zu einer geringen Höhe Raupenspiegel trugen.

Die immer gegenwärtigen Helfer in der Noth, die Singvögel, die Spechte, die fleischfressenden Insektenlarven, wie z. B. die von Clerus, halfen zwar wacker mit — aber es half eben Alles nichts mehr. Im Juni wurde es allenthalben lebendig; die Raupen verbreiteten sich rasch über das ganze Revier, und um die Mitte Juli waren bereits 800 Morgen Fichten ihrem Fraße erlegen. Der Anfang wurde mit den Fichten gemacht, dann kamen die Kiefern an die Reihe, während die Hainbuchen gleichzeitig mit den ersteren in Angriff genommen wurden.

Anfangs August fiel nun die erste Flugzeit. Trotzdem in den allerorts angezündeten Leuchtfeuern unzählige Falter den Tod fanden, waren doch in kürzester Frist die Stämme von oben bis unten mit den frisch abgesetzten Eierhaufen förmlich inkrustirt — ja in Ermanglung geeigneter Brutstätten wurden die Eier sogar — gegen alle Raison — auf Gartenpflanzen und menschlichen Wohngebäuden abgelegt.

Nun kann man sich von den Verwüstungen des folgenden Sommers einen Begriff machen. 10,000 Morgen Nadelholzbestand waren in wenigen Tagen kahl gefressen, und

man schätzte die Masse der trocken gewordenen Holzmassen auf eine Drittel-Million Kubikklafter! Bald griffen die Raupen nun auch zu den jüngeren und jüngsten Kulturen und vernichteten jede Hoffnung von Grund aus.



Fig. 99.
Durch die Nonnenraupe beschädigte Fichtengruppe (nach Ratzeburg).

„An jüngeren Fichten und Kiefern krümmten sich die Wipfel unter der Last der klumpenweise daran sitzenden Raupen, und an allen Bäumen hingen die Aeste abwärts. Der Raupenkoth, der zuletzt den ganzen Boden des Waldes zwei bis drei Zoll hoch, ja an manchen Stellen bis sechs Zoll hoch bedeckte, rieselte ununterbrochen, gleich einem starken Regen, aus den Kronen der Bäume hernieder, und bald war fast kein grünes Blatt, kein grüner Halm mehr zu sehen, so weit das Auge reichte."

Und wer denkt nicht mit Entsetzen an die Verwüstungen, die der Borkenkäfer in den böhmischen Wäldern angerichtet? Hochgewachsene Tannen und Fichten, stolz ihre Wipfel erhebend, werden heimlich von einer Schaar unserer kleinen Mineure überfallen. Bald rieselt das feine Bohrmehl aus der Höhe nieder, und aus tausend Wunden quillt das Blut des Baumes, das Harz, hervor. Die Folgen lassen auch nicht lange auf sich warten. Die Rinde entfärbt sich und schuppt sich ab, die Nadeln vergilben und fallen zu Boden — und schließlich bleibt nichts übrig als ein ausge-

zehrter, dürrer Stamm mit trockenen Zweigen, den selbst ein kein allzu heftiger Wind ohne Mühe zu Boden wirft und in Trümmer bricht.

Und nun schälen wir einmal von dieser Baumleiche die Rinde los. Sie scheint lebendig. Aus den mit stinkendem pulverigen Mulm erfüllten Labyrinthgängen wühlen sich Tausende und Tausende der kleinen geflügelten Bohrer hervor, und eh' wir's uns versehen, drohen uns ihre Schwärme fast zu ersticken. Bald wird auch in der That der ganze Wald lebendig; das Verderben ist unaufhaltsam.

Waren es früher nur einzelne und meist schon ältere Bäume, die dem Verderben erlagen, so sehen wir jetzt, von einem erhöhten Standpunkt aus, weite große Waldstrecken, wie vom Reif versengt, sich röthen, und ehe man's für möglich hält, hat die Seuche ganze Forste ergriffen, und wo der Wanderer früher tagelang durch schattige Haine dahinschritt, da zeigt sich seinem traurigen Blicke jetzt nichts mehr als ein wirres, schauerliches Chaos übereinandergestürzter Stämme und Aeste, über welchen, Alles in Mulm und Moder verwandelnd, das Unkraut emporwuchert.

Nun, will man noch drastischere Beispiele, daß die Insekten eine der gewaltigsten Naturmächte sind, und ist angesichts solcher Thatsachen die Ansicht nicht wohl begründet, daß die Kerfe so wie heute in den Urwäldern der Tropen, auch in früheren geologischen Perioden auf die Umbildung der Festlandschöpfung einen ungeheuren Einfluß übten?

Wenn man aber auch einräumen muß, daß die destructive Thätigkeit der Kerfe keine absolute ist, da ja fast im selben Maße, als sie die eine Pflanzenart vertilgen und ausrotten, dafür andere desto besser gedeihen, so wird heutzutage doch nur mehr ein Teleologe von Profession so thöricht sein zu behaupten, daß die Kerfe eine Art Polizei in der Natur

ausüben, daß sie, wie man sich auszudrücken beliebt, „zur Oekonomie des Weltenlenkers“ gehören, gleichsam um dafür zu sorgen, daß die Bäume nicht in den Himmel wachsen, während gescheidte Menschen in diesem ganzen großartigen Vernichtungswerke eben nichts anderes sehen, als einen Kampf der verschiedenen Naturmächte, in dem, je nach den begleitenden Verhältnissen, bald die einen, bald wieder die andern die Oberhand gewinnen. —

c) durch Zerstörung der Thierwelt.

Manche Leser werden der Ansicht sein, daß die Verheerungen der Insekten im Reiche der animalischen Wesen keine nennenswerthe Bedeutung haben. Sie würden aber ganz anders urtheilen, wenn wir die Thiere, welche täglich von Insekten, wir sagen nicht auf der ganzen Erdoberfläche, sondern nur in einer beschränkten Gegend, umgebracht werden, auf einen Haufen zusammentragen könnten. Ja, würden sie ausrufen, diese Kerfe sind doch furchtbare Wesen, sie wären, wenn sie nicht durch andere Gewalten in gehörigem Zaum gehalten würden, faktisch im Stande, alles Lebendige vom Erdboden zu vertilgen und schließlich — um den Gräuel der Verwüstung voll zu machen — sich selbst aufzufressen!

Aber wenigstens, wird man sich sagen, sind die höheren Thiere, wo nicht vor ihren Angriffen, so doch vor der gänzlichen Vernichtung sicher. Doch auch das ist nicht richtig. Wir wollen nicht daran erinnern, wie viele Menschen und höhere Thiere schon durch die Stiche der Wespen, durch das unglückliche Zusammentreffen mit den Armeen der Ameisen und Termiten getödtet und zum Theil, wie glaubwürdige Berichte erzählen, sozusagen bei lebendigem Leibe aufgefressen wurden, denn dies sind doch im Ganzen seltene Fälle; wie viele größere und kleinere Säuger und Vögel und deren Junge werden aber durch ihre oft massenhaften Parasiten,

langsam zu Tode geschunden, und wer zählt, von der Fischbrut abgesehen, all' die kleineren Reptilien und Lurche, welche theils durch einzelne stärkere Kerfe, z. B. durch die größeren Schwimmkäfer, die Caraben, die Mantis u. s. w., theils durch den vereinigten Angriff mehrerer tagtäglich zerfleischt werden!

Dén ärgsten Verfolgungen sind allerdings die wirbellosen Thiere, namentlich die Würmer, die kleineren Mollusken, in erster Linie aber, wenn wir von den Asseln, den wenigen Landkrebsen und den Spinnen absehen, die Insekten selber ausgesetzt.

Die Pflanzenwelt, so können wir das Gesammtwirken der Kerfheit teleologisch ausdrücken, ist vornehmlich dazu da, um für das unermeßliche Heer der pflanzenfressenden Insekten die nöthige Nahrung zu präpariren. Diese von den Pflanzen aufgefütterten Kerfe dienen aber großentheils selbst nur dazu, um den nicht minder zahlreichen kerffressenden Insekten zur Speise zu dienen, während letztere zugleich dafür Sorge tragen, daß erstere in der Vertilgung der Pflanzen sich nicht allzusehr übernehmen und durch gänzliche Ausrottung derselben sich selbst und mittelbar wiederum den auf sie angewiesenen Insektenfressern die Existenzmittel entziehen.

Indeß wissen wir schon, daß es mit diesem anscheinend so fein ausgeklügelten Plane nicht weit her ist, da ja viele Insekten, je nachdem es die Umstände erheischen, bald zu dieser, bald zu jener Partei sich schlagen.

Was nun die einzelnen Klassen der Kerfvertilger betrifft, so sind zunächst jene zu unterscheiden, welche sie zum eigenen Gebrauch tödten und auffressen, und dann jene, welche sie ihrer Brut überantworten.

Unter den ersteren gibt es wieder solche, die in allen ihren Entwicklungszuständen der Kerfvertilgung obliegen, wie z. B. die meisten Land- und Wasserwanzen, ferner die Libellen,

welche letztere als Larven im Wasser kein geringeres Unheil anrichten, als später unter den Luftthieren, dann die Fang- und Laubheuschrecken, weiters die berüchtigtesten aller Kerfmörder, nämlich die Carabiden, welche zum Theil auch Cannibalismus treiben.

Andere pflegen dieses Metier nur als Imagines. So z. B. die Ameisen, die ja fast bei allen Schandthaten sich hervorthun, dann gewisse Wespen*) und eine stattliche Reihe Raubfliegen, die Asilus, die immenraubende Dioctria u. a.

Verhältnißmäßig wenige sind nur in der Jugend Kerffresser. So z. B. die Haftlarven, welche eine Unzahl lästiger und schädlicher Fliegen (Maden) vertilgen, dann insbesondere die Hemerobius- und Syrphus-Larven, die, zum größten Nutzen unserer Pflanzenkulturen, unter den Blattläusen ganz unglaubliche Verwüstungen anrichten.

Von der zweiten Gruppe sind vorab jene zu erwähnen, welche ihre Jungen mit Kerfen auffüttern, wie die zahlreichen Mord-, Grab-, Sand- und andere einzeln und gesellig lebende Wespen.

Daß zur Ernährung eines einzigen Bienenstaates viele Millionen Pollen- und Honigladungen erforderlich sind, wird dem Leser gewiß einleuchten. Nun, und meint er, daß eine große Wespencolonie verhältnißmäßig weniger Nahrung bedarf? Oben haben wir schon gehört, daß auf einen Quadratschuh einer Sand- oder Erdlehne oft über hundert Wespenbrutkammern entfallen. Jetzt nehme man sich die Mühe, die in einer jeden dieser Höhlen enthaltenen, oft eng über einander geschichteten Räupchen zu zählen und rechne sich dann ganz beiläufig aus, wie viele solcher Kerfe von den Wespen auf einem ausgedehnteren Landstrich benöthigt werden! Man wird

---

*) In den Vereinigten Staaten soll man zur Vertilgung der Fliegen in den Wohnstuben Hornißnester aufhängen.

Summen und Produkte erhalten, die nicht in die Millionen, sondern die in die Tausende der Millionen gehen.

Die ausgiebigsten Kerfvertilger sind aber doch die Schlupfwespen und die Insektenschmarotzer überhaupt.

Wir beobachteten heuer einen Apfelbaum, dessen Stamm und Aeste stellenweise von Heckenweißlingspuppen ganz inkrustirt waren. Nach Verlauf einer Woche sahen wir aber an denselben Plätzen nichts mehr als Haufen zierlicher weißer Cocons, die Hülsen, aus denen die den Leib der Puppen verzehrenden Schlupfwespen hervorgegangen. Und kann es doch jeder Falterzüchter bestätigen, daß selbst bei der achtsamsten Ueberwachung oft mehr als die Hälfte der Züchtlinge von Schlupfwespen und Schmarotzerfliegen ausgeweidet werden.

Und nicht bloß die Mehrheit der offen in Feld und Wald lebenden Kerfe verfallen diesem unerbittlichen Geschick, bei lebendigem Leibe verzehrt zu werden, kein Insekt, und lebe es noch so versteckt, weder die Gallwespe in ihrem dicken Gehäus, noch die Erdbiene in ihrem geheimen Stollen oder die Puppe im dichtesten Seidengespinnst, ist vor der gefährlichen Sonde unserer Tyrannen sicher, ja, um ihrem Namen Ehre zu machen, legen manche sogar die natürliche Scheu vor dem Wasser ab und suchen ihre Opfer in Tümpeln und Bächen auf.

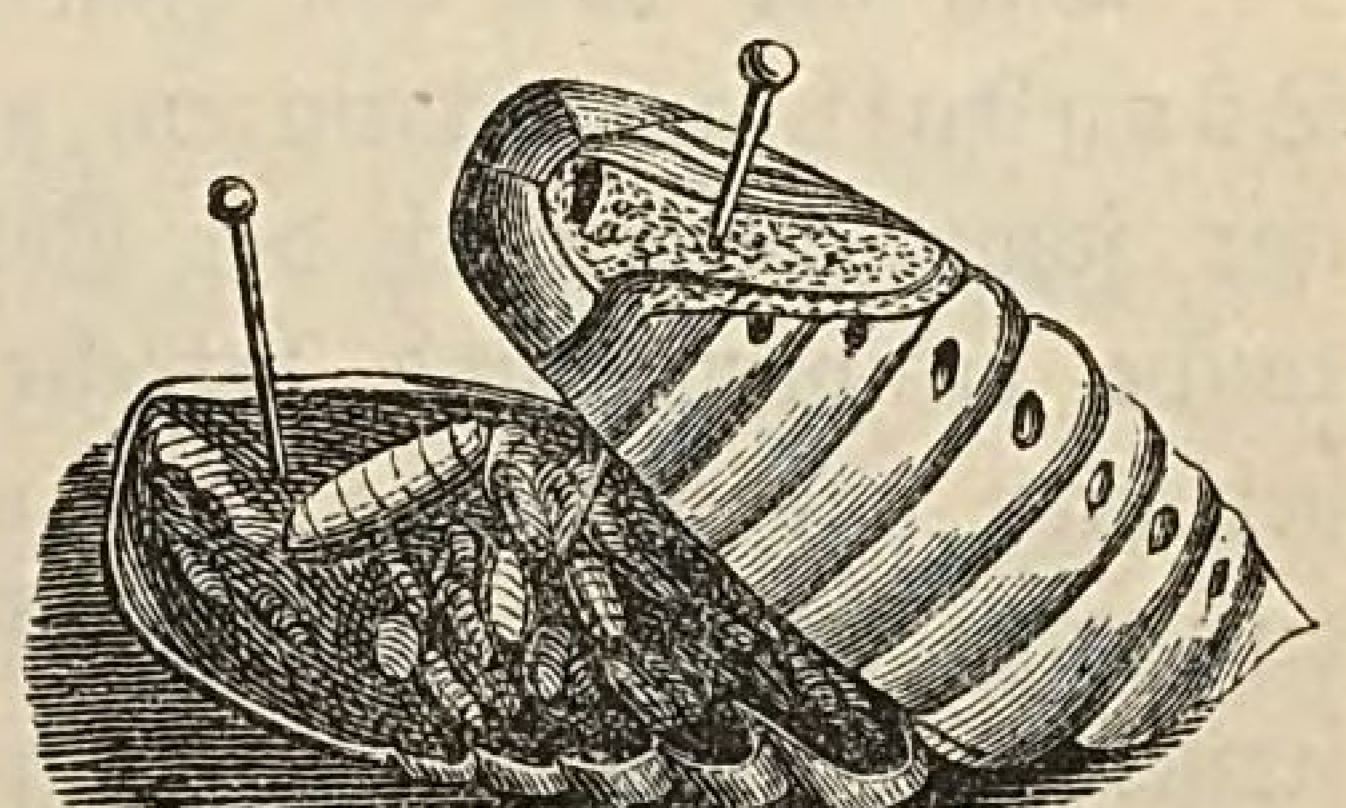


Fig. 100.
Aufgeschnittene Falterpuppe, ganz von Schmarotzerfliegen erfüllt, nat. Gr.

Man denke sich die Schlupfwespen nur auf einige Jahre außer Thätigkeit gesetzt — und man würde staunen, was für ein ganz anderes Gesicht die Pflanzen- und Thierwelt annähme. Sie übersieht man leicht; ihre Thaten aber sind riesengroß,

und eigene Vorkehrungen zu ihrem Schutz wären für die menschliche Kultur nicht minder wichtig als jene für Erhaltung der insektenfressenden Singvögel.

d) durch Ernährung der Pflanzen.

Wir haben jetzt das Insekt als eine der furchtbarsten zerstörenden Mächte kennen gelernt. Diese Zerstörungsarbeit bedeutet aber keine absolute Vernichtung, sondern nur einen Umsatz der Stoffe, und zwar einerseits der lebendigen in todte und andererseits der todten in lebendige Materie. Zerstörung im engeren Sinne kann nur erstere Umwandlung genannt werden, aber auch diese von den Insekten todtgemachte Materienmasse ist selbstverständlich im Haushalt der Natur kein wirklich todtgeschlagenes Kapital, sondern im Gegentheil die unerschöpfliche Schatzkammer zur Erzeugung neuen Lebens.

Daß der von den Insekten gelieferte vegetabilische Düngstoff quantitativ ein ganz ungeheurer ist, das haben wir schon gelegentlich der Verwüstungen durch die Nonnenraupe erfahren, und betreffs der Heuschreckenverheerungen berichten uns Reisende, daß manche nichts als Unkraut producirende Steppen, nachdem sie von diesen Insekten kahl gefressen und ausgiebig gedüngt worden, in wenigen Jahren eine weit üppigere und schönere Vegetation hervorbringen und so erst eine eigentliche Kultur möglich machen.

Doch auch der von den Insekten gelieferte animalische Dünger ist nicht verachtenswerth, wie wir denn nur den einen Fall erwähnen, daß in gewissen Flußniederungen Frankreichs die zeitweilig in unermeßlicher Fülle auftretenden Hafte in vielen Tausenden von Wagen auf die Felder verführt werden.

Zwar keinen nennenswerthen praktischen, dafür aber einen desto höheren scientivischen Werth für die Erkenntniß des Stoff-

kreislaufes der Natur bietet die namentlich in jüngster Zeit wieder von Darwin u. A. genauer studirte Thatsache, daß viele Insekten gewissen Pflanzen direkt als Nahrung dienen, d. h. daß das Kerffleisch von manchen Gewächsen unmittelbar verdaut oder — wie man die Erscheinung etwas übertrieben nannte — gefressen wird.

e) durch Ernährung der Thiere.

Obwohl die Insekten für die Befruchtung vieler Pflanzen von enormer Wichtigkeit sind, so muß doch Jeder zugeben, daß trotz alledem die meisten Gewächse wenigstens auch ohne sie gedeihen könnten. Es ist gut und schön, daß sie da sind; absolut nothwendig sind sie aber nicht.

Anders ist's mit den Thieren, von denen viele, so wie sie einmal eingerichtet sind, ohne die Kerfe absolut nicht fortkommen könnten. Die Insekten sind ihre Ernährer; ihre Existenz und Ausbreitung ist mit der der Kerfe unzertrennlich verwachsen.

Derlei Insekten-Consumenten gibt es — und wir halten uns diesmal nur an die Wirbelthiere in allen Abtheilungen.

Unter den Säugern ist das Insektenfressen viel verbreitet und dies nicht etwa bloß bei gewissen kleineren Formen, wie den Affen, den Flatterthieren, Igeln, Maulwürfen, gewissen Viverren, z. B. dem amüsanten Honigrattel (V. mellivora) und V. prehensilis, die für den Kerffang und Kerffraß eine besondere Eignung haben, sondern selbst größere und gewaltige Naturen verschmähen, wenigstens in Ermanglung von etwas Soliderem, diese kleinen Artikel nicht. So ist z. B. Dachs und Fuchs schon oft auf diesem Kleinhandwerk betreten worden, ja selbst der brummige Meister Petz soll sich häufig an den Bienen vergriffen haben.

Außer den gewissen Raubthierfamilien — auch der Hund schnappt bekanntlich nach Fliegen — und dem Schwein, welches

zuweilen den Boden nach Engerlingen durchwühlt, sind namentlich die sog. Zahnlosen passionirte Entomophagen. So das junge Armadill, das durch Vertilgung der Heuschrecken nützlich wird, in erster Linie aber der Ameisenfresser (Myrmecophaga), von dem noch unten zu berichten ist.

Unter den höheren Thieren sind aber insbesondere die Vögel schon vermöge ihrer Natur so recht eigentlich zum Insekten- d. h. zum Lufttier-Fang bestimmt, und in der That machen die Kerfe den Haupttheil ihrer Nahrung aus.

Kerffresser gibt es fast in allen der vielen Abtheilungen und manche leben fast ausschließlich von derlei Ungeziefer.

Unter den Raubvögeln sind zumal gewisse Falken eifrige Kerfvertilger, so z. B. der Thurmfalke, dessen Magen oft mit Hunderten kleiner Heuschrecken und Vögel angefüllt ist.

Von den Großschnäblern heben wir besonders den Madenfresser (Crotophaga) und die Saatkrähe hervor, welche letztere zuweilen auch die Weidethiere ablaust und dem Pfluge folgend eine Menge schädlicher Larven auflіest; dann den Trupial, der in Amerika zur Kerfreinigung in den Häusern gehalten wird, desgleichen auch den Purpuratzel, nach dessen Vertilgung in den Vereinigten Staaten alle Arten schädlichen Ungeziefers sehr überhand nahmen.

Interessant ist der Bienenkukuk (C. indicator), der, indem er sich am liebsten auf Bäumen niederläßt, wo gewisse Honigbienen nisten, die Wilden auf deren Spur führt.

Speciell um die Wegschaffung vieler schädlicher Waldkerfe machen sich dann die Spechte, die Nußhacker, die Baumläufer, Drehhälse u. s. w. verdient, während die cannibalischen Dorndreher die Gebüsche säubern, dabei freilich auch manche nützliche Kerfe, wie die Scarabaei und die Hummeln, spießen.

Die Hühnerarten sind gleichfalls eifrige Kerfsammler, und Swammerdamm erzählt, daß das Repphuhn zuweilen seine Jungen zu Ameisennestern zu Tische führt.

Weil die zahlreichsten, so auch die wichtigsten Vertilger der Landkerfe sind die diversen Singvögel. Hätte der Landmann nur eine ungefähre Vorstellung davon, was für riesige Mengen schädlicher Insekten eine einzige Nachtigall, eine Schwalbe oder Drossel vertilgt, er möchte sich's, wenn ihm seine Pflanzungen lieb sind, niemals mehr einfallen lassen, auch nur Einem dieser seiner größten Wohlthäter etwas zu Leide zu thun.

Hat doch Bradley berechnet, daß ein einziges Paar Sperlinge — und dies sind nicht einmal die vornehmsten Kerfjäger — in einer Woche gegen 4000 Raupen vertilgen kann.

Was die Sänger für die Decimirung der Landkerfe, das leisten die Schaaren der Sumpfvögel für jene der Wasserinsekten, und die wenigsten denken wohl daran, daß sich dieses Federvieh durch die Ausrottung unzähliger Mücken- und Schnakenlarven auch um unser Wohlsein große Verdienste erwirbt.

Bezeichnend ist eine ältere Beobachtung Sheppard's betreffs einer Kuh, die sich vor den Schwärmen der Bremsen in einen Teich flüchtete, wo sofort zahlreiche Enten so gefällig waren, sie von ihren Schmarotzern zu befreien.

Um nun auf die Reptilien und Lurche zu kommen, so müssen wir uns freilich mit der allgemeinen Constatirung der Thatsache begnügen, daß auch von dieser Seite den Kerfen heftig zu Leibe gegangen wird — ja es wäre angesichts der immensen Zahl der entomophagen Amphibien, zumal in wärmeren Ländern, erst noch die Frage, ob sie hierin den Kerfjägern von Fach, den Vögeln, viel nachgeben.

Die Kerffangkünste der Schildkröten, der Frösche u. s. w. sind übrigens dem Leser aus eigener Anschauung geläufig; von exotischen müssen besonders die vielen ballenfüßigen Gecko's interessant sein, die allen Arten von Insekten, an Felsen und Bäumen, mit erstaunlicher Hurtigkeit und Geschicklichkeit nachrennen.

Von den Fischen kommen selbstverständlich nur die des Süßwassers, besonders die Forellen, Salmen, Karpfen, Eschen u. s. w. in Betracht, die, gleich gewissen Amphibien, zum Theil fast ausschließlich nur von Kerfen leben.

Die Larven der Mücken und Eintagsfliegen können wir geradezu als die tägliche Speise, die zu gewissen Zeiten gleich Schneeflocken auf den Wasserspiegel fallenden vollendeten Kerfe dieser Gattungen aber mit Reaumur gleichsam als das Manna bezeichnen, an dem alle Wasserbewohner, groß und klein, einen großartigen Schmaus halten.

Veränderung der Natur im Einzelnen.

A. Umgestaltung der Pflanzen.

Wie sehr gewisse Insekten in Folge ihres intimen Wechselverhältnisses mit den Pflanzen, in ihrem ganzen Wesen, in Gestalt und Lebensweise, den letzteren angepaßt wurden, ja vielfach gewissermaßen zu integrirenden Theilen, zu Organen der Pflanzen selbst werden, und so gleichsam mit ihnen in Eins verschmelzen, davon hat uns — wenigstens betreffs der Immen — H. Müller einen gar anschaulichen Begriff gegeben.

Wenn aber die Pflanzen, als passive Wesen, auf die Insekten einen so großen Einfluß üben, warum sollten letztere ihrerseits, als die aktiv Betheiligten, an den ersteren nicht gleichfalls bedeutende Gestaltveränderungen hervorbringen?

Ist es aber auch von vornherein schwer zu entscheiden, was bei den Pflanzen das wirklich Primitive, Endogene und Ureigene sei, und was daran hinterher unter dem Einfluß der Insekten entstanden oder dazu gekommen ist, so stimmen doch alle Darwinisten darin überein, daß z. B. die gewissen, oft unendlich kunstvollen und complicirten Einrichtungen der

Blüten zur Fremdbestäubung vielfach wenigstens ausschließlich Anpassungen an die Insekten sind.

Doch dieser Gestaltungskreis ist nur ein Einzelnes, eine isolirte Erscheinung, an der die Beobachtung, anstatt auf ein Allgemeineres fortzuschreiten, so gerne haften bleibt.

Einen großen Schritt weiter, zwar nicht in der exakten Erklärung der einschlägigen Erscheinungen, aber doch in der Eröffnung neuer Gesichtspunkte und durch Beibringung zahlreicher neuer Thatsachen, hat der geniale Pflanzenbiologe Prof. Kerner gethan.

Er wies nach, daß gewisse Pflanzen nicht bloß diverse Verführungsorgane haben, um die zu ihrer Befruchtung nöthigen Insekten herbeizuziehen und ihnen ihre wichtige Mission zu ermöglichen und zu erleichtern, sondern daß sie, um ganz unberufene, unnütze oder gar für die Fortpflanzung schädliche Insekten, wie z. B. die meisten Larven und die ungeflügelten (Ameisen, Blasenfüße 2c.) überhaupt von sich abzuhalten, auch mit den mannigfachsten Schutz-, Abwehr- und Fangmitteln ausgerüstet sind.

Dieser Selbstschutz der Pflanzen, namentlich gegen „ankriechende", theils mittelbar durch Verletzung der Laub- und Blumenblätter, theils unmittelbar durch Zerstörung der Staub- und Keimorgane schädlich wirkende Kerfe, wird auf sehr verschiedene Weise bewerkstelligt.

Einmal durch Absonderung widerlicher Stoffe an den Blütentheilen.

Dies z. B. bei Colchicum, Parnassia, Pirola etc., deren zwar äußerst verlockend aussehende Blumen eben wegen ihrer übeln Ausdünstungen selbst von den großen Weidethieren verschmäht werden.

Dann durch isolirende, von den Blättern gebildete trichter- oder schalenartige Wasserbecken, in denen die ankriechenden Kerfe zum Theil ersaufen.

Solche Einrichtungen finden sich z. B. bei vielen Bromeliaceen (Billbergia, Tillandsia, Lamprococcus u. s. w.), dann bei den Karden und Disteln, sowie bei manchen alpinen Gentianeen (G. lutea, pannonica), am verbreitetsten und einfachsten hergestellt aber bei gewissen Wasserpflanzen, z. B. Alisma, Hottonia, Nuphar etc., die vor flügellosen Kerfen fast völlig sicher sind.

Wichtig sind dann die durch klebrige Drüsen und besondere Haarzotten gebildeten Fangapparate, wie wir sie besonders schön, z. Th. als Ersatz der Wasserisolirung, bei dem im Trocknen vegetirenden Polygonum amphibium, dann bei gewissen Robinien, Epimedium, Silene, Dianthus, Alsine, Holosteum u. s. w. sehen.

Nicht minder vortheilhaft erweisen sich die bald unter-, bald innerhalb der Blüten befindlichen, meist nach abwärts gerichteten und oft völlig undurchdringlichen Stachel- und Nadelkränze oder „Dickichte“, welche zum Theil, so z. B. bei Melampyrum, zugleich als Wegweiser dienen. Desgleichen die reußen-, gitter- oder siebartigen Haaransammlungen innerhalb der Blütenhüllen, wie sie z. B. Tellima, verschiedene Lilien u. s. w. auszeichnen.

Die wirksamsten und wunderlichsten Schutzwehren werden dann schließlich durch eigenthümliche Umbildungen der einzelnen Blütentheile selbst gebildet, wie denn z. B. die sog. „Schlagbaum-Vorrichtungen“ bei Chelone und Pentastemon daher gehören.

Doch auch die letztgenannten, gegen die Insekten gewendeten Einrichtungen der Pflanzen verfolgen ja nur, wenn wir uns so ausdrücken dürfen, einen ganz speciellen Zweck.

Da die Pflanzen nicht bloß an ihren Blüten, sondern an sämmtlichen Theilen und Organen, an den Blättern, Stengeln, Wurzeln u. s. w., kurzum in ihrer Totalität von zahllosen Kerfen angegriffen werden, und es ferner, bei ihrer großen

Variabilität, als ausgemacht betrachtet werden kann, daß gewisse Abänderungen diese Eingriffe der Kerfe leichter als andere ertragen, so darf man wohl annehmen, daß wenigstens viele von ihnen in diesem unausgesetzten Kampfe mit ihren gefährlichsten Feinden eine ihre gesammte Natur oder Selbsterhaltungs-Oekonomie betreffende vortheilhafte Abänderung erworben haben, die nun in allen äußerlichen und innerlichen Einzelheiten nachzuweisen das große Problem künftiger Forschung sein muß.

Im Anschluß daran wollen wir hier noch der von Kerner angeregten Idee Ausdruck verleihen, daß unter dem Einfluß gewisser Insekten nicht bloß einzelne Pflanzen resp. Pflanzentheile, sondern ganze große Florengebiete, auf welche sich dieser Einfluß erstreckt, ein eigenartiges Gepräge erhalten können, daß sonach der pflanzen-physiognomische Charakter einer Landschaft vielfach von der Gegenwart gewisser Kerfe abhängt.

B. Umgestaltung der Thiere.

Im letzten Abschnitt war bloß von jenen passiven Einrichtungen der Pflanzen die Rede, mit deren Hilfe sich dieser leidende Theil der Organismenwelt seine Schmarotzer d. i. die schädlichen Insekten vom Leibe hält. Gewisse Pflanzen treten aber bekanntlich den Kerfen auch aktiv, gleichsam als Räuber oder Mörder entgegen, indem sie sich von deren Fleisch und Blut nähren und, um derselben habhaft zu werden, mit besonderen Fanggeräthen ausgerüstet sind, die zum Theil, wie die merkwürdigen Fliegenklappen der Drosera, oder die Fangröhren der Nepenthes, manche Aehnlichkeit mit jenen Instrumenten haben, deren sich die Entomologen zur Kerfjagd bedienen.

Wenn aber, im beständigen Kampf um die Existenz, sogar Pflanzen ihre passive Natur ablegen und von der

Natur mit allerlei Werkzeugen zum Insektenfange ausgerüstet werden, wie weit verbreitet und vielfach müssen erst die Anpassungen jener Thiere sein, die von Haus aus auf die Kerfjagd angewiesen sind!

Betreffs der kerftödtenden Insekten selbst ließen sich hierüber selbstverständlich unzählige Belege bringen — ihr ganzer Körper, von den langen Fühlhörnern an, welche zur Aufspürung ihrer Opfer dienen, bis zu den Scheeren, Zangen, Stacheln und Dolchen des Hinterendes, womit sie dieselben fassen oder tödten, ist ja ein einziger Insektenfang-Apparat.

Indessen sind die einschlägigen Einrichtungen der höheren Thiere nicht weniger zahlreich und merkwürdig, harren aber noch immer einer systematischen Bearbeitung. Um einen beiläufigen Begriff davon zu geben, wird es genügen, einige besonders prägnante Fälle herauszugreifen.

Schon von den Säugethieren gäbe es genug zu sagen. Ganz abgesehen von den für die Kerfjagd so prächtig eingerichteten Flatterthieren, von den mannigfachen Anpassungen der strenge so zu nennenden Insektivoren in Bezug auf die Bildung ihrer Schnauze, ihres Gebisses, ihrer Scharrfüße u. s. w., welch ein unübertrefflicher Insektenjäger ist nicht der Ameisenbär!

Die exquitesten Werkzeuge zum Kerffange sind aber doch den Vögeln zu Theil geworden. Die Flügel zunächst setzen sie in Stand, auch den flüchtigsten, den Libellen, den Bremsen, Hummeln u. s. w. mit Erfolg nachzujagen.

Dann aber ihr Fangwerkzeug! Jeder Entomologe weiß, daß, um gewisse kleine Kerfe mit Sicherheit zu fassen, die Finger häufig zu grob sind, weshalb sich Jeder zu diesem Zwecke mit einer feinen Pincette versehen wird.

Nun und welche zweckmäßigeren Kerfzangen könnte es wohl geben, als die je nach der Bestimmung bald stumpferen, bald spitzeren, bald geraden, bald verschiedenartig gekrümmten,

bald glatten, bald gekerbten oder noch extra mit feinen Endspitzen versehenen Schnäbel unserer Sänger und Spechte, während jene gewisser Sumpfvögel gewissermaßen unsere künstlichen Trätscher vertreten.

Hier würde ein einigermaßen aufgeklärter Beobachter ein ganz köstliches Thema haben.

Aber auch bei den übrigen Wirbelthieren, den Reptilien, Amphibien und Fischen böten sich eine Menge höchst origineller Anpassungen dar. Welch' prächtiger Fangapparat ist nicht die klebrige Schleuderzunge der Chamäleone, das weite kerfnetzartige Maul gewisser Lurche und Fische, abgesehen von manchen auf die Kerfverfolgung abzielenden Hilfsvorrichtungen, wie z. B. den breiten Fußballen der Gecko's, der Mundbarteln gewisser Fische u. s. w.

Ein bisher noch gar nicht kultivirtes Studium für sich würden dann, gleich wie bei den Pflanzen, die gegen die Kerfangriffe gerichteten Schutz- und Abwehrmittel beanspruchen. Daran zu zweifeln nämlich, daß die Thiere solche besitzen, würde so viel heißen, als sie auch den Pflanzen absprechen; man muß sie nur aufsuchen.

Das vulgärste Instrument dieser Art, der lange buschige Fliegenwedel der Säuger ist allen geläufig. Es wäre aber vor allem zu untersuchen, inwieferne die so äußerst wechselnden Arten der Bedeckung, dann, insbesondere bei den Lurchen, die mannigfachen Absonderungen und Ausdünstungen in dieser Hinsicht Bedeutung haben.

Einfluß der Kerfe auf den Menschen und dessen Kultur.

Wir denken, der Leser wird durch die vorhergehenden, wenn auch höchst flüchtigen und skizzenhaften Erörterungen über die Wirksamkeit der Kerfe im gesammten Naturleben vor diesen Thieren einen gewaltigen Respekt bekommen haben.

Zeigte es sich doch, daß die gesammte Erdschöpfung, die organische sowohl als die unorganische, unter ihrer unwiderstehlichen Gewalt sich beugen muß, und daß hinwiederum auch die erstere ohne diese ihre furchtbarsten, ihre heimtückischsten und zahlreichsten Tyrannen vielfach doch nicht existiren könnte.

Wenn aber, bis zu einem gewissen Grade, ein großer Theil der Natur nur ein Werk der Kerfe ist und insbesondere die Existenz fast sämmtlicher Organismen von deren Dasein auf das Mächtigste beeinflußt wird, sollte dann das einzelne Geschöpf, der Mensch, namentlich als ein die übrige Natur beherrschen wollendes Wesen, von diesen Thieren nicht auch mannigfachen Schaden und vielleicht auch einigen Nutzen erfahren?

Nun es ist ja Allen sattsam bekannt, wie sehr unser Wohl und Wehe mit diesen Geschöpfen verflochten ist.

Mißachten mag — wie so Vieles — der Unverständige diese Creaturen; ihre Macht aber drückt ihn um so schwerer — ja sie kann ihn vernichten, wenn er es thut. —

A. Schaden der Insekten

a) an unserer Person.

Ohne daß wir die Ansicht jener Frommen theilen, die da meinen, es wären gewisse Kerfe zu unserer Züchtigung erschaffen worden, so liegt doch gewiß kein vernünftiger Grund vor, weshalb die Kerfe an allen höheren Thieren sich vergreifen, uns aber nur darum, weil wir zufällig die allervornehmsten darunter sind, verschonen sollten.

Im Gegentheil gerade diese Allgemeinheit, diese Katholicität, die wir hinsichtlich der persönlichen Kerfangriffe mit den übrigen animalischen Wesen theilen, sollte uns und besonders dann,

wenn wir nicht einmal dieser kleinen Wesen Herr zu werden vermögen, die größte Bescheidenheit lehren. —

Unter den wenigen insektischen Plaggeistern, die zwar nichts weniger als ganz originelle Schöpfungen, aber doch ausschließliches Eigenthum des Menschen sind, nehmen bekanntlich der Floh, dann ein paar Lausarten, sowie die Bettwanze, den ersten Rang ein.

Ueber ersteren wollen wir weiter gar nichts bemerken, als daß nach Kirby im Stockholmer Museum noch die Miniaturkanonen sich finden sollen, womit eine bekannte Schwedenkönigin gegen diese zudringlichen Ritter ins Feld zog.

Die Kopfläuse scheinen früher namentlich in Montezuma sehr verbreitet gewesen zu sein. Es bestand wenigstens zur Zeit der Entdeckung Amerika's darauf eine Kopfsteuer, und die Eroberer sollen in den bezüglichen Magazinen ganze Säcke voll dieser Himmelsgabe gefunden haben.

Nach den hiesigen einschlägigen Vorkommnissen zu urtheilen, scheint dieses Ungeziefer einst auch im „heiligen" Lande sehr geblüht zu haben. —

Dasselbe gilt vielleicht auch von der „Wandlaus" (Wall-Louse) vulgo Wanze (Punez, Bug-bear), die bei uns indeß erst seit dem 17. Jahrhundert einen Namen sich erworben.

Gefährlicher wie die zahmen sind gewisse „wilde" Flöhe und Wanzen. Der Sandfloh, der Wasserscorpion, die Ranatra geben schon einen Begriff davon. Aeußerst vehementer Natur scheint nach Dawis eine westindische Ruderwanze, der Reduvius serratus, zu sein. Er erhielt von einem einen elektrischen Schlag, der ihn bis in die Schultermuskeln erschütterte und in der Hand deutliche Abdrücke der sechs Beine zurückließ.

Von andern Blutsaugern wären außer den einheimischen Bremsen, Schnaken, Stechmücken und dergleichen zudringlichem Gelichter besonders die „Brandfliegen" Amerika's und

dann die verschiedenen Mosquito's hervorzuheben. Betreffs der letzteren sagt A. v. Humboldt, daß in manchen Orinocodistrikten jeder Kubikfuß Luft, bis zu drei oder vier Klafter Höhe, mit einer Million solcher giftiger Blutsauger erfüllt ist, und dies ist auch leicht glaublich, wenn man bedenkt, daß die ungeheuren Sümpfe jener Gegenden von den Larven dieser Kerfe förmlich wimmeln, indem man mit jeder Hand voll Wasser einige Tausend derselben herausschöpft. Die Eingebornen bestreichen sich bei der Arbeit mit Lehm und graben sich Nachts in den Sand ein, während sich die Reicheren in einen hermetisch verschlossenen Schwitzkasten einsperren. Kleider und selbst das stärkste Lederzeug, sagt ein Reisender, sind gegen ihre Stechbohrer kein größerer Schutz als die Wolle eines Schafes gegen das Messer des Schlächters. Interessant ist die durch Humboldt verbürgte Thatsache, daß die verschiedenen Arten dieser spinnenbeinigen Pfeilschützen ihre besonderen Stunden haben, d. h. sobald eine Abtheilung das Feld räumt, nach kurzer Frist ein neues Corps, wahrscheinlich eine neue Brut, ins Gefecht zieht.

Wie gefährlich einem die Stiche gewisser Wespen, zumal der Horniß werden können, hat der Leser wohl selbst erfahren — wenn nicht, so hüte er sich doch ja, ein Nest derselben anzugreifen.

Sehr bedenkliche Zustände können ferner die Brennhaare gewisser Raupen, wie z. B. des Processionsspinners, erregen. Ein chronischer Hautausschlag, eine bösartige Augenentzündung ist noch das Wenigste.

Daß es zum Theil auch sehr giftige Thiere dieser Art gibt, beweist Livingstone's Bericht, wonach die Wilden am Nyassasee ihren hölzernen und sorgfältig durch ein Maisblatt geschützten Pfeilen mit dem Saft einer Raupe eine unfehlbar tödtliche Wirkung verleihen. Der kleinste Tropfen macht die Zunge starr.

Von stationären Kerf-Entoparasiten scheint zwar der Mensch ganz verschont zu sein; wir haben aber eine Reihe sicher verbürgter Thatsachen, daß zufällige Eindringlinge, namentlich Mehlwurm- und Bremsenlarven, den Tod zur Folge hatten.

b) an unseren Hausthieren.

Mehrere unserer Hausthiere, wie der Hund, die Katze, das Schwein, dann das unterschiedliche Federvieh, haben bekanntlich ihre Extra-Flöhe und Läuse und ist davon bekanntlich selbst die Biene nicht ausgeschlossen.

Schmarotzer im weiteren Sinne sind dann die Biesfliegen, die Oestriden, oder richtiger deren wurmartige Maden. Das Weibchen der einer Hummel nicht unähnlichen Rindbiesfliege durchbohrt mit ihrer perspektivartigen Legeröhre die Rückenhaut der Rinder, um dort die Eier unterzubringen. Die durch die thierische Wärme bald ausgebrüteten Maden wachsen beim reichlich zufließenden Blut und Eiter in den beulenartigen Geschwüren rasch heran, erweitern, wenn ihre Zeit gekommen, allmälig das Bohrloch und lassen sich schließlich zu Boden fallen, wo ihre Verwandlung erfolgt. Die Schafbiesfliege (Oe. ovis), ein stumpfsinniges träges Ungeziefer, legt die Eier in die Nasenhöhlen der Schafe, wo auch die auskriechenden Maden ihre Existenz fristen. Nach ungefähr fünf Monaten, wo sie ausgewachsen, führen sie dieselbe Geschichte wie die Rindsfliegen auf. Die officielle Betrugsanstalt des klassischen Griechenlands, das delphische Orakel, empfahl dem Demokrates gegen die Fallsucht eine Kur mit solchen Schafswürmern. —

Ein wahrer Eingeweideparasit ist die Pferdemagenbiesfliege. Die Eier werden meist an die Vorderbeine abgelegt. Die ausgeschlüpften Maden kommen dann durch Belecken der juckenden Stellen in den Mund und dann weiter in

Schlund und Magen, falls sie nicht etwa gar von hinten her einwandern. Mittelst ihrer Mundhaken bohren sie sich in die Schleimhaut ein, oft in größerer Gesellschaft. Entwickelt lassen sie dann los und gelangen mit den Excrementen auf den Boden, wo sie sich einbohren und in eine schwarze Tonne verwandeln.

Erschwertes Schlingen, Kehlkopfentzündungen, Husten ɀc. sind Folgeerscheinungen dieser unverschämten Gäste. Mastdarm- und Zwölffingerdarmbiesfliege sprechen für sich.

Rothwild und Rennthier haben ihre eigenen Bremen. Diesen reihen wir dann die Pferdelausfliege (Hippobosca equina) an. Sie beunruhigt die Pferde, besonders am Hals, Bauch und unter dem Schwanze. Gegen die Peitschenhiebe des Schwanzwedels ist sie durch ihre pergamentartige Haut geschützt; man hat Mühe, sie zwischen den Fingern zu zerdrücken.

Hiezu gesellen sich dann eine Reihe von Vampyren, wie die diversen Tabanus, dann die überaus zudringliche Stomoxys calcitrans, die „Gewittermücke" (Musca meteorica) und eine Reihe von Stechschnaken, von denen namentlich eine, die Culex equinus, den Pferden, und ein paar andere den Hasen Lapplands zusetzen, von welchen letzteren die Sage geht, daß von den drei Jungen derselben eins durch Kälte und eins durch die Mücken umkommt.

Ein paar Viehquäler sind noch extra zu nennen. Zunächst die berüchtigte Gollubatzer Mücke (Simulia maculata Mg.) der unteren Donauländer. Schönbauer erzählt, daß i. J. 1483 im Banat gegen 1000 größere Hausthiere, Pferde, Rinder, Schweine ɀc., diesen unscheinbaren Mosquito's zum Opfer fielen. Selbst Wölfe erliegen bisweilen dem Nadelregen dieser Mückenwolken. Wenn sie auf eine Heerde niederfallen, eilt Alles wie toll den Ställen zu. Auch Waldthiere, Hasen,

Rehe u. s. w., kommen in ihrer Verwirrung zu den Wohnungen. Einmal wurde durch sie eine walachische Hochzeit aus einander gesprengt und die leicht gekleidete Braut von diesen eifersüchtigen Blutsaugerinnen sehr übel zugerichtet. Bisweilen gehen unsere sechsbeinigen Serben auch außer Land, ja sie wurden selbst in Berlin gesehen. Woher kommen denn aber diese Tapfern? Ihr Lebenslauf ist der der andern Mücken, nur hausen ihre seltsamen Larven nicht frei im Wasser, sondern, ähnlich den Kärdern, in kleinen zierlichen Köchern, mit denen die Kiesel der Gebirgsbäche oft ganz inkrustirt sind. — Hier fände somit das Mahnwort: „Man vertilge das Uebel an der Quelle", seine buchstäbliche Geltung.

Weitaus die gefährlichste Klinge unter allen Kerfen führt die Tsetsefliege (Glossinia morsitans) aus Centralafrika. Für Menschen unschädlich, siechen die Zugthiere oft schon in Folge eines einzigen Stiches dahin. Der Tod ist fast unvermeidlich. Namentlich scheint das furchtbare Tsetsegift auf das Gehirn zu wirken. Glücklicherweise hält sie sich streng an gewisse Distrikte. Bei einem unvorsichtigen Durchzug durch einen solchen riskirt aber der Reisende sein ganzes vierfüßiges Zugspersonal.

c) an unseren Speisevorräthen.

Da die Kerfe alles irgendwie Genießbare angreifen und im selben Maße, als sie eine neue Nährquelle ausfindig machen, sich auch stärker vermehren, dürfen wir schon von vornherein nicht erwarten, daß sie vielleicht unsere Nahrungsmittel, seien es nun Rohstoffe oder künstlich zubereitete, irgendwie respektiren. Und in der That gibt es auch nichts Derartiges, was vor ihnen sicher wäre.

Mehl, Brod, Zwieback, Speck, Fleisch, Milch, Käse, Zucker, ja selbst die widerlichsten Arzneistoffe wie Rhabarber

und Opium haben neben den gewissen Insekten, wie den Ameisen, Küchenschaben, Wespen, Fliegenmaden u. s. w., welche ohne viel Auswahl über Alles herfallen, meist noch ihre besondern Verehrer. Solche Specialisten sind z. B. Dermestes lardarius für den Speck, D. panicus für das Brod, Tenebrio molitor für das Mehl, Ptinus rubellus für die spanischen Fliegen, etliche Dipteren für den Käse u. a. mehr noch.

Einer der ärgsten, der Kornkäfer (Curculio granarius L.), sei noch besonders erwähnt. Der „Mutterkäfer" bohrt im Frühjahr seine fast mikroskopischen Eier in die Getreidekörner. Die Larven fressen sich dann tiefer ein und verpuppen sich in den ausgehöhlten Samen. Im Juli erscheint die erste Generation, im Herbst ein zweiter noch zahlreicherer Nachschub. Sie überwintern im Getreide oder in Ritzen der Speicher. Baldiges Ausdreschen, wenn man Gefahr ahnt, fleißiges Umschaufeln, Bekalken der Magazinwände ist unerläßlich. Nachlässige Landleute kommen durch diese geheimen Sünder oft sehr zu Schaden.



Fig. 101.
Von der Kornschabenraupe (Tinea granella) ausgehöhlte Weizenkörner, nat. Gr.

Diese ganze unsaubere Industrie ist übrigens nicht ausschließliche Erfindung des „Kornweibels", zwei andere, die Raupe der Kornmotte (Tinea granella) und der Getreidemotte (cerealella) sind Verbündete. Diese Kornwürmer verfahren ähnlich, spinnen aber, wie dies von Raupen schon nicht anders zu erwarten, die mit ihrem Unrath besudelten Körner in kleinere und dann in größere Klümpchen zusammen. Die Mehrzahl überwintert in den Böden, Balken und Wänden des Speichers, daher sorgsames Verstreichen aller Ritzen nothwendig. In sehr abgelegenem Getreide findet sich der Getreide- und der Brodkäfer (Lyctus frumentarius und Trogosita caraboides) ein.

d) an unseren Utensilien und Wohnungen.

Die Kerfe wollen nicht allein von allen Arten unserer Speisevorräthe ihren Tribut haben, sie vergreifen sich an Allem, was wir haben und uns werth ist, einzig und allein Gegenstände aus Stein, Glas und Metall ausgenommen.

Zunächst ist es allen Entomologen bekannt, daß sie nicht einmal die sie selbst betreffenden Schausammlungen respektiren; denn die Larven der Pelz-, Blüten- und anderer Käfer (Ptinus fur, Byrrhus museorum) und gewisse Motten richten in den Kerfmuseen oft die greulichsten Verwüstungen an.

Auch unsere Schriften und Bücher werden früher oder später eine Speise verschiedener Nagekerfe.

So fand man in einer alten Bibliothek einen Stoß von nicht weniger als 27 dicken Foliobänden von einem Insekt durch und durch gebohrt, und A. v. Humboldt sagt, daß in den Tropen die Archive selten über 50—60 Jahre zurückreichen, da sie vor der Zerstörung durch die Termiten höchstens in eisernen Schränken geschützt werden können.

Von den zahlreichen einheimischen Xylophagen absehend, welche im Laufe der Zeit die solidesten Holzgeräthe, ja, wie die Larven von Cerambyx bajulus, selbst Bleidächer durchlöchern, sind es in den wärmeren Zonen nächst den Ameisen insbesondere die Termiten, welche absolut gar Alles zu Grunde richten, und dies etwa nicht stückweise und allmälig, sondern oft in überraschend kurzer Zeit.

Wenn wir uns Abends in unserem Arbeitszimmer zu Bette legen, so sind wir sicher, am Morgen alle unsere Utensilien unversehrt wiederzufinden. Wohl belästigen uns Fliegen und Mücken und gewisse heimlichere Gäste, wohl mögen Ameisen, Küchenschaben u. dgl. Schnüffler sich manchen kleinen Diebstahl erlauben, wohl mag vielleicht auch die Todtenuhr oder eine Sirenlarve in unsern Möbeln nagen und die Pelzmotten in

unsern Winterkleidern ein paar Löcher machen; dies ist aber, unter normalen Verhältnissen, doch Alles nicht der Rede werth.

Welche ganz andern Erlebnisse machte aber schon Mancher, der in einem Termitenlande übernachtete.

Nicht allein, daß ihm unsere lichtscheuen Geschöpfe die Kleider zerfetzten, ja vielfach die Ledersohlen von seinen Füßen wegnagten, nicht genug, daß sie ihm seine Instrumente, seine Koffer, Kisten und kostbaren Sammlungen total zerstörten, wenn er nur ein paar Wochen sein Zimmer bewohnte, so brach ihm oft das heimlich von diesen Kerfen hohlgefressene Bett oder der Tisch, während er darauf schrieb, zusammen; ja Einer hat einmal die Ueberraschung erlebt, daß ihm die Termiten den hölzernen Rahmen des Spiegels zerstörten, wohlweislich aber früher die Glasscheibe mittelst Lehm an die Mauer kitteten.

Aber auch das ist noch das Aergste nicht. Es ist Thatsache, daß die Armeen des Termes bellicosus zuweilen theils unter die Fundamente eines Gebäudes hinab-, theils zu den Pfosten des Daches hinaufsteigen und durch Unterhöhlung desselben seinen Ruin herbeiführen.

Und klingt es dann so unglaublich, daß sie vor längerer Zeit eines der größten englischen Schiffe, den Albion, mitten auf der See zum Sinken brachten?

e) an unseren Kulturgewächsen.

Das gesammte Gewächsreich, von der Eiche an, dem Stolz der Wälder, bis zur Schorfflechte auf unsern Bretterzäunen, ist ein Eigenthum der Kerfe, und wenn wir zahlreiche Pflanzen als unser Eigenthum in Anspruch nehmen, so ist es klar, daß wir mit den ursprünglichen, den erbgesessenen Besitzern einen ununterbrochenen Krieg zu führen haben, bei dem wir leider oft, trotz Aufwendung aller unserer

natürlichen und künstlichen Hilfsmittel, schmachvoll unterliegen; denn unser Feind ist häufig so zahlreich, so versteckt, zählebig und fruchtbar, daß wir, selbst mit Vereinigung aller Kräfte, dagegen ohnmächtig sind, und unser Interesse, ja unsere Existenz schließlich nur in der unlenksamen Hand gewisser Elementargewalten liegt, die für uns, aber auch gegen uns Partei ergreifen können.

Ueber diesen Gegenstand, der ja gleichbedeutend mit unserer wichtigsten Existenzfrage ist, sind schon viele Bücher, ja ganze Bibliotheken geschrieben worden; wir wollen nur einige der berüchtigtesten Pflanzenschädlinge, soweit sie nicht schon früher zur Sprache kamen, kurz namhaft machen.

Wir beginnen mit den Feinden des Gemüsebaues.

Die kostbaren Spargelschosse sind den Angriffen gewisser Blattkäferchen (Chrysomela asparagi), die Wurzeln des Rettigs, der Möhre und Zwiebel einigen Fliegenmaden ausgesetzt, während es ein kleines Stechmaul, der Curculio lineatus, auf die Keimblätter der aufgehenden Bohnen abgesehen hat.

Viel Ungemach haben die Gartenblumen und Gartengesträuche zu ertragen. Auf Flieder und Geisblatt weidet die spanische Fliege, die man freilich wieder zu Geld machen kann, auf den Stachel- und Johannisbeersträuchern eine ganze Gesellschaft von diversen Tag- und Nachtfalterraupen, und der Schneeball wird von einem erdgelben Käferchen (Chr. viburni) abgefressen. Sehr insektenreich ist die Rose. Hier hüpft eine kleine Zirpe (Cicada rosae), hier weiden die kleinen Gartenlaubkäfer (Melolontha horticola), und zahlreiche Raupen, Wickler und Blattläuse suchen auch ihren Theil zu kriegen.

Ein ganzes Kerfmuseum beherbergen die verschiedenen Obstbäume, an denen, wie an allen Holzpflanzen, die Theilung der Zerstörungsarbeit am vollkommensten entwickelt ist. In der Wurzel und im Holz anbrüchiger Stämme haust die

langlebige Weidenbohrerraupe, der man mit Schwefeldampf und Verstopfung ihrer Unrathlöcher das Handwerk legen soll, ferner das Geschlecht der Nagekäfer, die im entrindeten Holz herumspazieren, während die kapuzinerartigen Nußborkenkäfer (Eccoptogaster pruni z. B.) zwischen Rinde und Splint ihre seltsamen Hieroglyphen meißeln, und gewisse Borkenkäfer (B. dispar) mit ihren „Fächergängen" noch ein Stück ins Holz vordringen; Pracht- und Borkenkäferlarven sind auch dabei. Schlimmes sagt man den Grünrüßlern nach. Sie benagen Laub und Knospen, fressen auch gerne die Augen an Pfropflingen aus. Die meisten Gäste finden sich auf den Blättern der Obstbäume ein, und sind darunter Namen, vor denen auch der Förster ein Kreuz schlägt. Die buntscheckigen Livrée- oder Ringelspinnerraupen begeben sich in hellen Haufen aus ihren Stammsitzen in den Astgabeln auf die Weide, wo sie gründlich aufräumen und dem armen Baum das Transpiriren schließlich unmöglich machen. Die Goldafterraupen, nicht weniger schädlich, geben im Juli den Falter, der die bekannten zunderähnlichen Eiklumpen macht. Die jungen Räupchen geben sich noch im Herbst zu schaffen und überwintern in oft faustgroßen Gespinnsten. Leider gibt es Landwirthe, zumal in hiesiger Gegend, die allen diesen Dingen ihren natürlichen Lauf lassen und welche sich zum Insektenvertilgen höchstens dann herbeiließen, wenn ihnen dieses Ungeziefer mit Geld aufgewogen würde. Der Bombyx dispar mit seinen „großen Eierschwämmen" sollte gleichfalls unter Kuratel gesetzt werden. Dagegen ist der äußerst schädlichen Blaukopfraupe (Noctua coeruleocephala) schwer beizukommen.

Einer der allerschlimmsten Gesellen ist der Frostspanner, so genannt, weil er zu seinen Uebelthaten die unlustigen Spätherbstnächte benutzt. Das flügellahme, aber äußerst geschikt kletternde Weibchen legt, wenn man es nicht durch Theerringe und dergleichen Präservative am Emporkriechen hindert, die

Brut an den Baumknospen ab, wo sich die jungen Räupchen schon im ersten Frühjahr an die Arbeit machen.

Sehr auffallend durch ihre großen Gespinnste sind gewisse laubfressende Motten, wie Tinea malinella z. B. Manche Obstbäume haben dann noch ihre besonderen Specialitäten. So die Apfel-, Birn- und Pflaumenbäume den gefährlichen grauen und rothen Knospenwickler, ferner den Baumweißling und den bekannten Apfelblütenstecher (C. pomorum). Die Räupchen der letzteren (die sog. „Brenner") zerfressen die Staubgefäße, worauf die Blumenblätter braun werden. Sehr übel wirthschaften auch die gelben schwarzköpfigen Afterräupchen der Birngespinnstblattwespe (Lyda pyri). Sie halten leider, gleich vielen andern Blattfressern, in ihren kothreichen, von Ast zu Ast sich fortspinnenden Hängematten getreulich zusammen. Das frühzeitige und oft massenhafte Abfallen der eingeschrumpften haselnußgroßen Birnfrüchte ist das Werk von Gall- und Trauermückenmaden. Die fleischrothen Raupen des Apfelwicklers hat der Leser gewiß schon öfter zwischen den Zähnen gehabt. Dieser Apfelgourmand überwintert an der Baumrinde, wo aus „Holzschabseln" entsprechende Hüllen gewoben werden, oder, in der Obstkammer, in Wandritzen.

Eine Anzahl Blattläuse, darunter die Gesellschaften der Blutlaus Aphis lanigera, in dumpfigen Hausgärten einen bartähnlichen Rindenanflug bildend, und die A. mali mit ihren schießpulverartigen an Trieben und Knospen vertheilten Wintereiern, zehren gleichfalls am Apfelbaum.

Zwei eigenthümliche Feinde haben die Pflaumenbäume. Einen kleinen Rüßler (Rh. cupreus), der die Eier in der Nähe des Stielansatzes in die junge Frucht einbohrt, den Stengel abbeißt und so die Wiege ihrer Brut zu Falle bringt. Und dann die Afterraupe der Pflaumensägewespe, welche im Blütenkelch zur Welt kommt, später aber an den Früchten ein großes

mit Unrath gefülltes Loch ausfrißt, aus dem ein ekelhafter Wanzengeruch hervordringt.

Am Kirschbaum lebt wieder einer der unvermeidlichen Rüsselkäfer, der, gleich dem Pflaumenstecher, sein Ei in die noch erbsengroße Frucht legt und den Stiel durchnagt, so daß sie, oft haufenweise, zu Boden fällt.

Die weiße Made, die uns so oft den Genuß der süßesten Kirschen verbittert, wenn wir uns überhaupt einmal auf eine nähere Revision einlassen, ist das Kind der schwarzen Scheckfliege (Musca cerasi).

In den Haselnüssen treibt, wie zu erwarten, wieder ein Rüßler (C. nucum) sein Unwesen. Mit seinem zierlichen, sondenartig gebogenen, fast haardünnen Schnabel schiebt er die Eier tief in die halbgewachsene Nuß zum Kern hinab. Die weiße, braunköpfige Larve vereitelt dann die schönsten Haselnußträume der Kinder.

Hier machen wir gleich darauf aufmerksam, daß selbst die minutiösen Kleesamen vor den scharfen Bohrern der Rüsselkäfer nicht sicher sind. Zu einer traurigen Berühmtheit hat es speciell das „Rothkleespitzmäuschen“ (Apion) gebracht.

Wenn man die schlimmsten Kerfe nennt, so denkt Jeder an den Maikäfer. Seine Lieblingsnahrung ist das Laub der Eiche, des Ahorns, der Roßkastanie, der Pflaumen- und Kirschbäume. Letztere stehen nach der Maikäfersaison oft wie Besen da. Nach der Hochzeit, die auf den Bäumen gefeiert wird, gräbt sich das Weibchen finger- bis handbreit in Wiesen-, Acker- oder Waldboden ein und bringt dort seine Eier, in Häufchen von 12 bis 30, unter. Die jungen „Engerlinge“ kommen oft schon nach einem Monat zum Vorschein und gehen nun, anfangs meist truppweise, ihrem bekannten Wurzelgräberhandwerk nach, das zahlreichen Kulturgewächsen, besonders Kohl, Rüben, Kartoffeln, Hanf, Getreide, jungen Baumpflanzen &c. das Leben kostet. Im Herbst ziehen sie sich

in die Tiefe, bevor sie noch vom Pflugeisen guillotinirt werden. Der Lenz sieht sie aber wieder in erneuter Thätigkeit. Dies ist ihr zweiter Larvensommer. Am ärgsten wüthen sie aber im dritten. In diesem ziehen sie sich nun einen Meter tief in den Boden hinab und harren in einer gut ausgeglätteten Höhle ihrer Auferstehung. Der Käfer ist schon im Herbst fertig, harrt aber wohlweislich bis zum nächsten Frühjahr aus. Manche können es aber nicht erwarten und zeigen sich noch im selben Jahre der erstaunten Kinderwelt. Zuweilen treten auch Verspätungen ein. Zum Glück für den Landmann hat sowohl der Maikäfer wie sein Engerling zahlreiche Feinde, besonders unter den Vögeln. Ihr gefürchtetster vierfüßiger Tyrann ist der Maulwurf, dessen Hegung behufs der Engerlingjagd leider auch wieder mit vielen Unzukömmlichkeiten verbunden ist. Sonst ist sorgsames Pflügen und Morgens Abschütteln der noch starren Käfer auf Tücher behufs nachheriger Verwendung zu Compost am Platze.

Mit den Heuschrecken, die, mögen sie auch nicht wandernd auftreten, doch stets ihren Zehnt von allen Feldfrüchten sich nehmen, sind wir schon näher bekannt. Minder dagegen mit den oft entsetzlichen Verwüstungen der Wintersaateneulen- oder Erdraupe (Noctua segetum). Den Winter verbringt sie einzeln in der Erde und verpuppt sich im Mai, wenn sie also ihr Werk, die Zerstörung der Getreide-, Raps-, Rübensaaten 2c., bereits erfüllt hat. Es ist schwer mit diesem häßlichen Uebelthäter fertig zu werden.

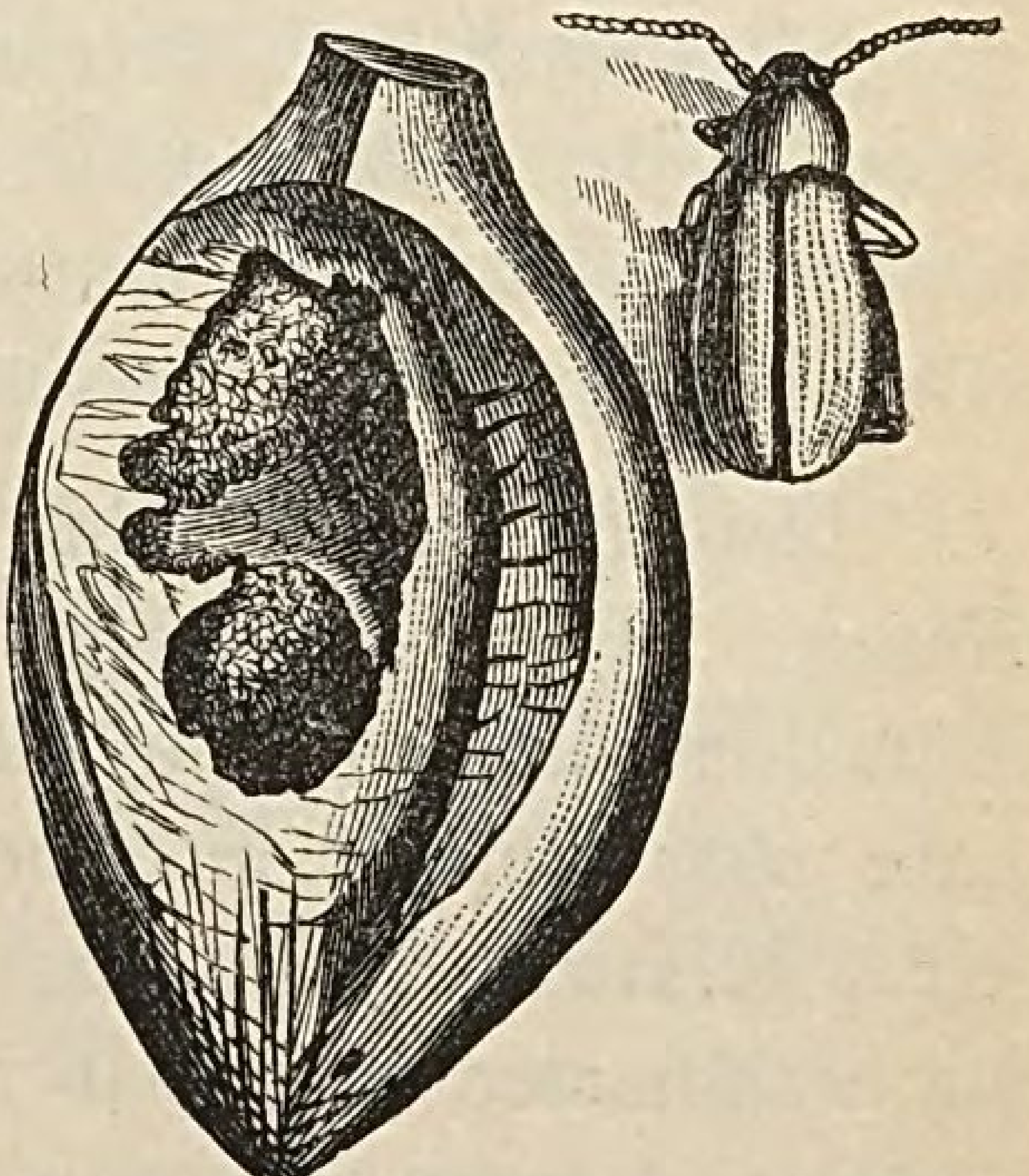


Fig. 102.
Der Palmnußkäfer (Bruchus bactris L.) aus Brasilien, mit dem zugehörigen Fraßstück; letzteres auf 1/2 verkleinert. Wiener Hofmuseum.

Die grünen, weißliniirten Raupen der Gammaeule, die zwei, bisweilen auch drei Sommergenerationen zählt, können sich an Schädlichkeit dreist mit den Erdraupen messen.

Viele ganz specielle Feinde haben Raps, Rüben und Kohlpflanzungen. Da ist zur Abwechslung wieder ein kleiner Rüßler (C. chloris), dessen weiße, gelbköpfige Made im Mark der Stengel und des Wurzelstockes haust, wo der Käfer auch meist den Winter zubringt. Die Larven eines zweiten Schnabelkäfers (C. sulcicollis) erzeugen warzenartige Auswüchse an den Wurzeln, während das Mutterkerf in den Schoten und Blättern bohrt und nagt. Ein dritter Hauptfeind ist der Rapsglanzkäfer (Nitidula aenea), der es vornehmlich auf die Staubgefäße abgesehen hat, während sich die Larve mit der fleischigen Schotenhülle befaßt. Eine überaus muntere und zahlreiche Kohlfresserbande ist das Geschlecht der kleinen, theils blauen, theils grünlichen Erdflohkäfer. Sämlinge werden ganz, Blätter bis aufs Gerippe aufgefressen. Aus den grünen, häufchenweise auf Blätter gelegten Eiern kommen räupchenartige Larven hervor, die sich aufs Miniren des Laubes verlegen, später aber auch in die Blattstiele und Stengel überwandern. Man rückt ihnen mit eigenen Maschinen, Bretter mit Theer bestrichen, zu Leibe.

Natürlich stellen auch die Falter ihr Contingent. Die Raupen dreier Weißlinge (großer und kleiner Kohl- und Rübsaatweißling) sind in Aller Erinnerung. Schreiber denkt nicht ohne Abscheu an jene Kindertage zurück, wo ihn sein liebes Mütterchen, mit zwei Holzschäufelchen bewaffnet, gegen die Kohlraupen ins Feld schickte. Ein paar Eulenraupen (Noctua oleracea nnd brassicae) sind gleichfalls bei der Hand; die der letzteren entziehen sich aber jeder Verfolgung, indem sie als sog. „Herzwürmer" im Innern der Kohlköpfe ihre Wohnung aufschlagen.

Seltsame Sitten haben die gelb- und graugestreiften Raupen des Rübsaatpfeifers (Pyralis margaritalis). Sie spinnen mehrere Schoten zusammen und nagen von Stelle zu Stelle ein Loch aus, als ob sie sich eine Flöte machen wollten (Fig. 103). Ein schönes, aber nichtsdestoweniger mit dem allgemeinen Makel ihres Geschlechtes behaftetes Kerf ist die Kohlwanze. Daß es auch eine eigene Kohlfliege (M. brassicaria) gibt, deren Made knollige Auftreibungen der Wurzeln verursacht, läßt sich denken.



Fig. 103.
Vom Rübensaatpfeifer (Pyralis margaritalis) ausgefressene Schoten, nat. Gr.

Ein paar exquisite Feinde besitzt auch die Runkelrübe. Da ist zunächst einer, von dem man so etwas am wenigsten vermuthen möchte: der schwarze Aaskäfer. Seine gewöhnliche Kost sind bekanntlich Aeser, auch wohl Nacktschnecken, die er unter dem Moos erwischt; er verschmäht aber auch das Grüne nicht. Ein ausschließlicher und heimtückischer Runkelrübengast ist aber seine flache, überaus schnellfüßige Larve, die hauptsächlich Nachts auf die Weide geht. Oft sind auf ganzen Feldern die Runkelrübenblätter skelettirt. Dies ist die That des nebeligen Schildkäfers (Cassida nebulosa), dessen sonderbare Larven auf den Feldunkräutern hausen, weshalb das fleißige Ausjäten nicht überflüssig ist. Auch eine eigene, in vielen Generationen auftretende Runkelfliege (Musca conformis Fall.) gibt es. Ihre Maden, aus kleinen Eibündeln ausschlüpfend, miniren in den Blättern.

Mancherlei Kostgänger haben die Hülsengewächse. Einer der bekanntesten, der es mit der Pflanzenart nicht so genau nimmt, ist der liniirte Graurüßler (C. lineatus). Sie zacken die Blätter aus.

Viel haben besonders die Erbsenpflanzen auszustehen. Mit den Samen selbst beschäftigt sich wieder ein rüßlerartiges Kerf, der Erbsenkäfer (Bruchus pisi), den die Hausfrauen oft genug zu sehen kriegen, wenn sie die Erbsen ans Feuer setzen. Wenn sich die Larve verpuppt, schließt sie das Bohrloch mit einem Deckel. Die Raupen des Erbsenwicklers leeren und verunreinigen die Hülsen in toto. Auch Blattläuse stellen sich ein; sie verursachen den bekannten Honigthau.

Ein Verwandter des Erbsenbohrers, Bruchus granarius, treibt sein Gewerbe an den Bohnen, läßt jedoch meist den Keimling unberührt.

Unter den Hopfenfeinden sind die ärgsten die Raupen des Hopfenwurzelspinners (B. humuli).

Die Reihe kommt nun an die Getreideverwüster. Deren gibt es zwar nicht sehr viele, aber äußerst heimtückische.

Der Inbegriff alles Schlimmen ist die Larve des Saatschnellkäfers, der den gelben Mehlkäferlarven ähnliche Drahtwurm. Es sind Radikale, sie fressen die Wurzeln ab — und die Folge davon ist traurig genug; denn oft muß der Acker neu bestellt werden.

In den Halmen verschiedener Getreidearten wirthschaften die weißen Larven einer Wespe, Cephus pygmaeus. Ein sehr berüchtigter Getreideverwüster, dem leider kaum beizukommen, ist die kleine Fritfliege. Aus den Wintersaaten kommt sie, zeitlich im Frühjahr, auf die jungen Sommerpflanzungen, um dort, an die Unterseite der Blattfahnen, ihre röthlichen Eier abzulegen. Die Maden fressen sich dann in die Halme ein. Wie es scheint, folgen mehrere Generationen.

Auch die meisten anderen Getreideschänder gehören zum Fliegengeschlecht. Da ist die scheckfüßige Weizenfliege (M. taeniopus) mit ganz eigener Industrie. Die jungen Larven nagen unterhalb der Aehre eine am Halm herablaufende

Rinne aus, so daß die betreffende Seite der Aehre, oft auch die ganze, sehr zu Schaden kommt.

An der Wintersaat manipulirt eine zweite Generation, die mit den Fritfliegen gemeinsame Sache macht. Einen hübschen Namen gab man der specifischen Roggenhalmminirerin: Aufkäufer. Viel macht dann auch die Getreidegallmücke oder Hessenfliege (Tipula destructor) von sich reden. Die winzigen, gar artig costumirten „Schnäkchen“ legen die braunrothen Eierchen meist paarweise zwischen die Längsnerven des Blattes der jungen Pflanze (Fig. 104 a). Die bald ausschlüpfenden Maden schlagen dann an der Blattscheide (b) ihren Sitz auf. Die Puppen sind leinsamenähnlich. Im Spätsommer kommt eine zweite Generation, die der Wintersaat gefährlich wird. — Die „schwarzäugige“ Weizenmücke (T. tritici) mit ihrem körperlangen Legestachel ist ein Aehrenschänder; und zwar fressen die Maden den noch weichen Fruchtknoten. Ausgewachsen fallen sie zu Boden, oder kommen als Tönnchen mit in die Scheune. Sehr schädlich sind auch die rothen, durchscheinenden, gesellig lebenden Maden einer andern Mücke, des sog. Getreideschänders (T. cerealis). — Ein wahrhaft unverschämtes Thier ist dann der Getreidelaufkäfer (Carabus gibbus). Gegen alle Sitte seiner Rasse überfällt er, seine Fleischpassionen vergessend, bei beginnender Getreidereife des Nachts die Halme von Weizen, Roggen rc., der jungen weichen Körner wegen. Seine in unterirdischen Gängen hausende Larve hat ähnliche Sitten; letztere zieht, um es bequemer zu haben, bisweilen sogar Pflanzentheile in ihre Löcher.

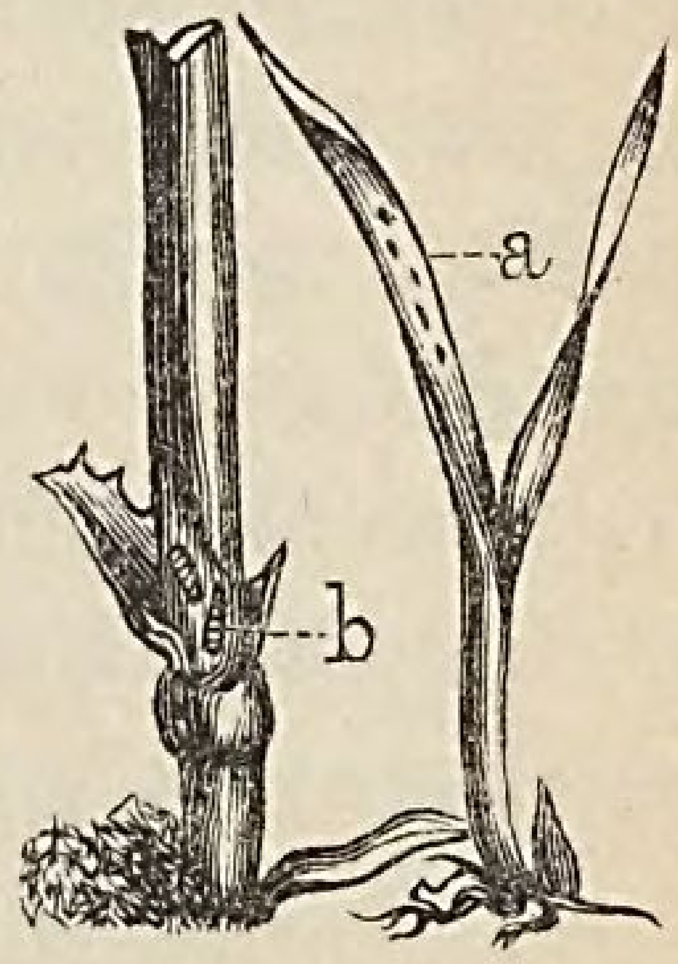


Fig. 104.
Eier (a) und Larven (b) der Hessenfliege (Tipula destructor) auf Weizenhalmen, verkl.

Daß gewisse Kerfe auch das Gras nicht verschmähen, wissen wir vom Engerling und den Heuschrecken. Es gibt

aber ein paar specielle Wiesengäste, wie die Lolch- und Graseulen, die oft ganze Fluren kahl weiden.

Zum Beschlusse nun noch die Feinde des Weingartens. Drei davon, nämlich der Rebenschneider (Lethrus cephalotes), der mit seiner Kieferzange die Rebenschosse und Knospen abzwickt; ferner der Rebenstecher (Rhynchites betuleti), der zierliche Streifen aus den Blättern herausnagt, sowie endlich die Raupen des Traubenwicklers (Tortrix uvana), die in der ersten Generation (Heuwurm) die Blüten, in der zweiten (Sauerwurm) die Beeren zusammenspinnt, sind schon alte Bekannte.

Ein New-Yorker Entomologe, Asa Fitch, hat aber im Jahr 1854 einen neuen Rebenfeind entdeckt, von dem man, angesichts der vielen Commissionen, die zu seinem Studium schon zusammentraten, und in Bezug auf den hohen Preis, der auf sein Leben gesetzt ist, wohl sagen kann, daß es gegenwärtig, trotz seiner höchst unansehnlichen Erscheinung, das berühmteste Insekt sei. Es ist die Rebwurzellaus, Phylloxera vastatrix Planch, deren jüngste furchtbare Verwüstungen, zumal in den Weinbergen Frankreichs, auch dem verstocktesten Teleologen die Augen öffnen müssen. Oder liegt es vielleicht im Plane der „Weltökonomie", daß sich die Menschen vom Jahr 1870 des Heiles an das Weintrinken abgewöhnen sollen? —

Von unserem minutiösen „nadelstichgroßen" Kapitalfeind kannte man lange Zeit nur das weibliche Personal, davon aber zwei Sorten: ungeflügelte, die große Majorität, und geflügelte, die verschwindende Minorität. Erstere sind wieder in zwei Lager getheilt; wir nennen sie ganz lakonisch die Blattgallen- und die Wurzelweibchen.

Die durch den Anstich der Laubgallenläuse verursachten Geschwülste sind nach der Unterseite der allmälig vergilbenden Blätter röthlich haarige, nach der oberen sich in eine Spalte öffnende warzige, kesselartige Auswüchse, die förmliche Familienhäuschen vorstellen. Sie beherbergen nämlich nächst einigen

ausgewachsenen Müttern etliche Junge und eine größere Zahl Eier. Die Wurzelläuse, nach Manchen von den Gallenbewohnern etwas verschieden, also eine besondere Abart, hausen häufchenweise in den Rissen der bald knotig und faulig werdenden Rinde, ihren langen Saugrüssel bis ans Heft in die Rebe bohrend. Hier legen die Läuse alle zwei Tage, die ganze schöne Jahreszeit hindurch, bei zwanzig Eier, die meist schon nach einer Woche wieder Junge und in nicht allzu langer Zeit, nachdem sie ein paar Häutungen überstanden und beträchtlich gewachsen sind, wieder jungfräuliche Mütter geben. Die gesammte einjährige Nachkommenschaft einer „Märzlaus" würde sich nach vorgenommenen einfachen Progressionsrechnungen auf das hübsche Sümmchen von — 25 Milliarden belaufen. Unter solchen Umständen begreift man das Bedürfniß nach gelegentlicher Auswanderung, wobei die Läuse gleich Ameisen über den Boden laufen, mit ihren schreibfederartig zugeschnittenen und mit eigenen mikroskopischen Haarpapillen besetzten Fühlern sich orientirend.

Die geflügelten und relativ langbeinigen Reblausmütter gesellen sich von Mitte Juli an den ungeflügelten bei. Geflügelten Samen ähnlich, werden sie und damit die Seuche durch den Wind immer weiter und weiter verbreitet. Wie weit, das wird die Zukunft lehren.

Nach den neuesten Beobachtungen Balbiani's und Dr. Rösler's in Klosterneuburg wären diese geflügelten „Zigeuner", welche bei Wien aber erst im Oktober erscheinen, die Schlußgeneration. Sie legen nur wenige, aber für die ganze Reblausgenealogie hochbedeutsame Eier. Aus diesen kommen nämlich die legitimen Stammhalter, und zwar aus den größeren die Weibchen, aus den kleineren die Männchen. Letztere sind bloß ephemere Geschlechtsorganismen, denn es fehlen ihnen Rüssel und Darmkanal. Sofort nach Befruchtung der Weibchen sterben sie. Letztere, also die Stammmütter,

sollen bis 80 Eier legen, aus denen dann die jungfräulich gebärenden oder „erblich befruchteten" Weiber hervorgehen.

Die Reblaus, welche bekanntlich kein einheimisches, sondern ein aus Amerika importirtes Kerf ist, zeigt uns, wie die Kulturverhältnisse eines Landes, ja eines ganzen Erdtheiles durch „auswärtige" Feinde geschädigt und, wenn die Phylloxera-Verheerungen in diesem Maße fortschreiten, auch verändert werden können.

Sowie uns aber eine elende Blattlaus dazu zwingen kann, den Weinbau, um ihrer sicher los zu werden, wenigstens auf einige Zeit einzuschränken — und wer weiß übrigens, ob diese Kerfe dann nicht andere Pflanzungen bedrohen? — so kann der Coloradokäfer, der schon seit Langem in den Vereinigten Staaten die großartigsten Verwüstungen angerichtet, und von dessen allmäliger Ausbreitung im Herzen Deutschlands der Telegraph tagtäglich neue beunruhigende Nachrichten bringt, möglicherweise eine andere noch wichtigere Kultur, an deren Gedeihen das Leben von Hunderttausenden hängt, nämlich den Kartoffelbau gefährden.

B. Nutzen der Insekten.

Die Vortheile, welche uns von den Kerfen kommen, sind theils mittel-, theils unmittelbare, und werden namentlich die ersteren häufig für viel zu gering angeschlagen. Allerdings ist die für uns nutzbringende Arbeitsleistung dieser Geschöpfe, insofern sie sich z. B. auf die Lockerung und Düngung des Ackerlandes, dann auf die Ausrottung gewisser Unkräuter, auf die Befruchtung verschiedener Kulturgewächse, z. B. des Klees, dann auf die Säuberung des Bodens u. s. w. bezieht, nicht leicht in Zahlen auszudrücken; das Eine aber muß man doch einräumen, daß gewisse dieser Dienste durch Menschenhände theils gar nicht, theils nur sehr unvollkommen verrichtet wer-

den könnten, wir somit allen Grund haben, die Mithilfe dieser unbezahlten Arbeiter dankbar anzuerkennen.

Welchen enormen Nutzen bringen uns aber gewisse Insekten durch die Vertilgung ihrer schädlichen Brüder! Er ist äquivalent dem riesigen Schaden, welchen die betreffenden Pflanzenfresser anstellen würden, wenn sie nicht rechtzeitig vernichtet würden.

Die Raubkerfe und Schlupfwespen sind in der That die Erhalter, die Schirmvogte der Vegetation und damit unsere ersten Bundesgenossen im Kampfe mit der belebten Natur.

Da aber von diesem mittelbaren Nutzen der Kerfe schon früher die Rede war, gehen wir gleich auf die direkten Vortheile über, die sie uns bringen.

Nun und welcher Nutzen wäre unmittelbarer als der, den sie uns als Speise gewähren? Doch der Leser wird lächeln. Nichtsdestoweniger ist es eine vielseitig verbürgte Thatsache, daß ganze Völkerschaften zeitweilig fast ausschließlich nur Insekten essen.

Wir wollen jetzt nicht daran erinnern, daß die Römer die mit feinem Mehl gemästeten Cossus-Raupen für Leckerbissen hielten, daß die Griechen nach Aelian die großen Cicaden bundweise auf den Markt brachten, daß ferner die fetten, milchigen Larven des Palmweibels und gewisser Holzbockkäfer (z. B. C. damicornis und cervicornis) in Westindien geröstet werden, während die praktischen Chinesen, „die Nichts wegwerfen", sogar die aus dem Cocon befreiten Seidenspinnerpuppen auf die Tafel bringen; das sind, wird man sagen, vereinzelte Geschmacksverirrungen. Wir müssen aber constatiren, daß die Wanderheuschrecken, so wie ehemals bei den als Acridophagi geschmähten Parthern, noch heutzutage in gewissen Wüstengegenden eines der wichtigsten Nahrungsmittel ausmachen und sowohl, gleich den Termiten, roh als auf die verschiedenste Weise zubereitet, gesotten, geröstet oder zu Mehl

gemahlen als Backwerk genossen werden, indeß die Hottentotten aus deren massenhaften Eiern eine schmackhafte Suppe kochen.

Und müssen wir auch mit Scopoli sagen:

Quibus has delicias non invideo,

so käm' es denn doch erst auf die äußere Nöthigung, die auch dem Kulturmenschen so manche seltsame Nahrungssurrogate schon aufgezwungen hat, und dann auf eine ernsthafte Ueberwindung gewisser Vorurtheile an, bevor wir vernünftigerweise behaupten dürfen, gewisse Insekten wären weniger zu unserer Speise geeignet, als etwa manche Weichthiere oder die gewissen Eingeweidewürmer, welche in der Oelpfanne des neapolitanischen Straßenkoches schmoren.

Wenn wir aber auch, in unseren Gegenden, die Insekten nicht direkt als Insekten essen, so lassen wir uns ja doch das in das Fleisch gewisser Vögel, Fische und Amphibien umgewandelte Kerfprotoplasma ganz trefflich munden.

Wir wissen, daß in der chemischen Werkstätte des Pflanzenorganismus allerlei Arznei- und Färbestoffe, sowie andere zu technischen Zwecken wichtige Materien bereitet werden, und manche derselben mögen also auch in den Leib der von solchen Gewächsen sich nährenden Insekten übergehen, ja zum Theil in ihnen sich concentriren und aufspeichern.

Was nun zunächst die medicinischen Kerfe betrifft, so haben diese seiner Zeit, gleich den Heilpflanzen, eine viel größere Rolle gespielt, wovon uns speciell ein Käfer, der für Zahnschmerzen empfohlene Curculio antiodontalgicus in seinem Namen ein Andenken hinterließ.

Gegenwärtig kommen höchstens noch gewisse blasenziehende Insekten, wie bei uns die Lytta vesicatoria und die Cetonia aurata, in andern Ländern die L. cinerea und vittata, sowie der Mylabius cichorii in Betracht.

Eine hohe Bedeutung haben hingegen selbst noch heutzutage, wo die organischen Pigmente immer mehr von den mineralischen verdrängt werden, die farbstoffliefernden Kerfe.

Sowohl für die Tinte- als für die Gerbstoff-Industrie im Allgemeinen sind in erster Linie die von den bekannten kleinen Wespchen herrührenden, theils im reifen (blauen), theils im unreifen (weißen) Zustand in den Handel gebrachten Galläpfel zu nennen, von welchen jährlich, zumal aus Smyrna und Aleppo und dann aus Ostindien viele Schiffsladungen nach Europa kommen.

Manche unserer schönsten auf die Organisation der Insekten bezüglichen mikroskopischen Präparate verdanken bekanntlich ihre Klarheit der Färbung mit einem Stoffe, den die Kerfe selbst beistellen, dem Karmin.

Es gibt hauptsächlich dreierlei solcher insektischer Scharlachpigmente.

Zunächst das Kermes (oder Alkermes, κοκκος), herrührend von einer kleinen Schildlaus (Coccus ilicis), die auf dem Quercus coccifera, namentlich im südlichen Frankreich sehr häufig ist. Mit diesem schönen Roth wurden ehemals die berühmten Brüsseler Tapeten tingirt.

Den zweiten Farbstoff liefern die sog. polnischen Scharlachkörner. Sie stammen von Coccus polonicus, welche an den Wurzeln eines bekannten Unkrautes, des Scleranthus perennis L., lebt. Damit färbten einst die Türkinnen ihre Nägel.

Von allen das werthvollste und verbreitetste ist endlich das Cochenille. Auf einer cactusähnlichen Feigenpflanze, dem Nopal, lebt eine besondere Art Schildlaus (Coccus cacti), deren im trockenen Zustande rothen, runzeligen Körnern ähnliche Weibchen ihrer Gestalt und Unbeweglichkeit halber in der That eher Pflanzensamen als Insekten gleichen und auch wirklich bis in die neuere Zeit für solche gehalten

wurden. Die Cochenille-Kultur wurde in Mexico bereits im 16. Jahrhundert vorgefunden. Gegenwärtig bestehen namentlich in Oaxaca großartige „Nopalerieen". Der Anbau geschieht durch Steckreiser, auf welche dann die „Saat" (Semilla) in eigenen Nestern übertragen wird. In guten Jahren liefert die Pflanze das Cochenille schon nach drei Jahren. Getödtet werden die Kerfe theils durch siedendes Wasser, theils indem man sie haufenweise der Sonnengluth aussetzt. Der jährliche Ertrag der Cochenille belief sich zu Humboldt's Zeiten in Südamerika allein auf über drei Millionen Gulden.

Ein überaus wichtiges Kerfprodukt ist der von mehreren indischen Coccus-Arten gelieferte Lack. Roh gebraucht man den „Zweiglack" in seiner Heimat zu Schmuckgegenständen, dann, mit Sand vermengt, zu Schleifsteinen und nebstbei noch zur Tintenbereitung. Die einzelnen Raffinirungsstadien desselben heißen: Stück-, Körner-, Klumpen- und Schell-Lack. Den Werth desselben zu verschiedenen technischen Zwecken kennt der Leser. Uebrigens soll aus ihm auch ein rother Farbstoff gewonnen werden.

Den Vorschlag Reaumur's, den oft gar malerischen Koth der Kleidermotten zum Färben zu benutzen, scheint noch Niemand realisirt zu haben.

Ein hochwichtiger Handelsartikel ist das Wachs, das die Insekten liefern, zu dem jedoch, wie zu sämmtlichen von diesen Thieren herrührenden Produkten in letzter Linie die Pflanzen den Rohstoff liefern.

Das meiste thierische Wachs bereitet bekanntlich die Honigbiene, nächst der Seidenraupe und den Cochenillläusen das einzige Kerf, das der Mensch im großen Maßstab kultivirt und ausbeutet.

Bezeichnend sowohl für die Einträglichkeit dieses Artikels als für die Frömmigkeit der Spanier ist es, daß nach

Humboldt aus Cuba jährlich Bienenwachs im Werthe von 90,000 Pfd. St. nach Südamerika lediglich zur Fabrikation der Kirchenkerzen ausgeführt wurde. Der Gesammtexport aus Cuba allein betrug gegen zwei Millionen Gulden.

Vieles Wachs liefern übrigens auch mehrere exotische Coccus-Arten. So eine chinesische, welche bedeutende Harzausschwitzungen auf mehreren Bäumen verursacht. Die spitzhutartigen Wachssecrete einer in Dalmatien auf dem Oelbaum vorkommenden zeigt beistehende Figur.

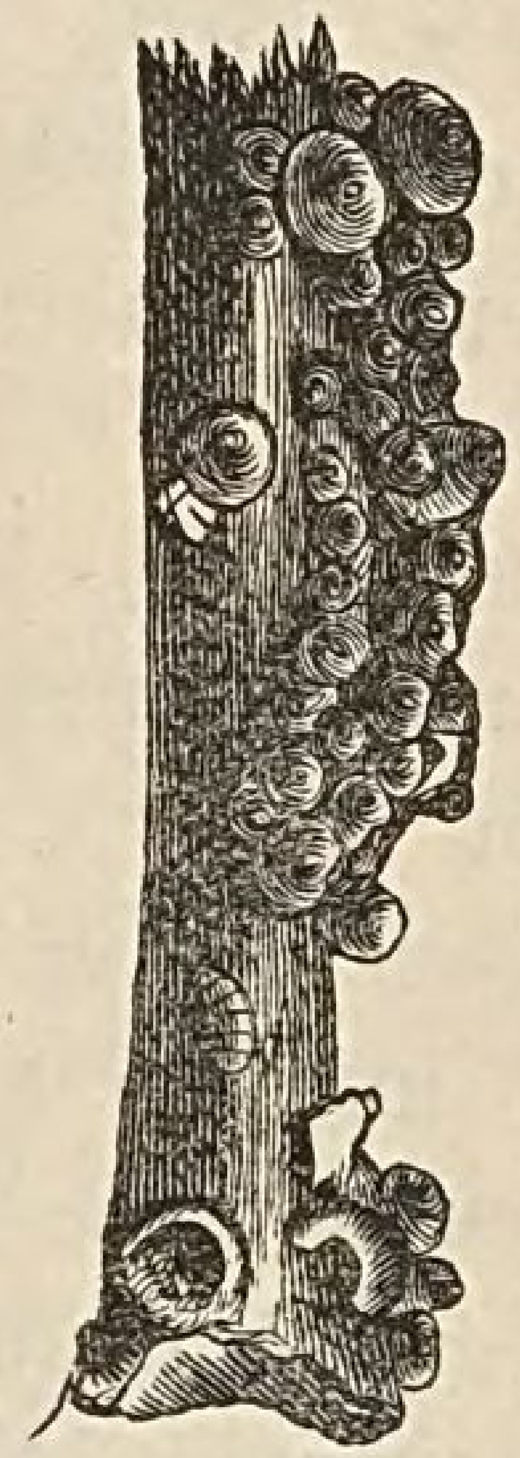


Fig. 105.
Stück Olivenzweig, inkrustirt mit wachsausschwitzenden Schildläusen (Ceroplastes rusci L.), nat. Gr. Wiener Hofmuseum.

Nebstdem gibt es in Chile eine massenhaft auf gewissen Origanumarten lebende Raupe, die an den betreffenden Pflanzen Harzflüsse verursacht.

Nicht minder werthvoll wie das Wachs ist der Honig, den uns die Bienen geben, und behufs dessen Gewinnung diesen Insekten schon in alter Zeit große Aufmerksamkeit gewidmet wurde.

Sowie die heutigen Aegypter auf dem Nil ganze Karawanen von Bienenstöcken haben, die sie, je nach der Jahreszeit, Fluß auf oder ab führen, brachten auch die Griechen häufig ihre Pflegebefohlenen aus Achaia auf die attischen Berge in die Sommerfrische.

Der Honigertrag ist in gewissen Gegenden ein äußerst beträchtlicher, wie denn z. B. nach Kirby in manchen Distrikten Südrußlands und Spaniens die Bauern mehr aus ihren Bienenstöcken als aus den Kornpflanzungen ziehen.

Bei uns wurde bisher wenigstens fast ausschließlich nur die Apis mellifica gehalten; südlicher ist eine Abart, die italienische Biene, während in Aegypten A. fasciata, in Indien A. indica, am Senegal A. Adansonii, auf Madagaskar A. unicolor gezähmt wurde. Nach Fabricius wären noch besonders A. acraensis und laboriosa zur Honigtracht zu empfehlen.

Bekanntlich schmeckt aber der Honig mancher wilden Immen nicht minder süß, als der der zahmen.

So wird z. B. aus den traubenartigen, an Felsen hängenden Waben einer solchen der fast wasserklare „Steinhonig" und auf der Insel Bourbon eine lebhaft grüne und sehr gewürzreiche andere Sorte gewonnen.

Reichlichen Honig liefern auch die in Bäumen nistenden Trigona-Arten, der manchen wilden Völkerschaften als ein Hauptnahrungsmittel dient.

Es wäre sicherlich höchst interessant, zu erfahren, durch welche Zufälle oder durch welche Beobachtungen die Menschen zuerst den Nutzen gewisser Kerferzeugnisse kennen lernten. Die Brauchbarkeit der Raupenseide bot sich aber gleichsam von selbst dar. Oder was ist natürlicher, als daß der Mensch, zum Schutz gegen Frost und Nässe, um eine möglichst passende künstliche Hülle sich umsehend, indem er den nackten Wurm mit dem dichtesten, zähesten und schönsten Gespinnste sich umwickeln sah, auf den Einfall kam, diesen fremden Kleidstoff zu seinem eigenen zu machen?

Und obgleich noch Plinius (trotz der besseren Aristotelischen Meinung) das betreffende Gewebe (Sericeum) für die Eingeweide einer Spinne hielt, erzählen uns doch die Sanskritbücher, daß die Chinesen schon in den urältesten Zeiten diese Industrie betrieben. Gleichwohl war zu einer Zeit, wo schon Millionen Bewohner des himmlischen Reiches in diesen Stoff sich hüllten, die Seide in Europa noch so theuer, daß

selbst die Gemahlin des Kaisers Aurelian von ihrem Gemahl sich kein solches Luxuskleid zu erschmeicheln vermochte. Seitdem aber, wie die Sage geht, im Jahr 550 n. Chr. zwei chinesische Missionäre die mit Argusaugen bewachten Bombyx-Eier in ausgehöhlten Stöcken nach Constantinopel schwärzten, ist die Seidenraupenzucht und die Seidenindustrie überhaupt auch bei uns „eins der mächtigsten Ruder im Umlauf des Nationalreichthums" geworden.

Außer der Seide von Bombyx mori wird in China schon seit langer Zeit noch jene von Tusseh und Arindy geschätzt.

Erstere stammt von dem auf dem Jugubebaum lebenden Attacus Paphia und gibt ein überaus starkes, schwarzes Gewebe.

Die von Arindy liefert die auf Ricinus communis befindliche Phalaena cynthia. Die Fäden sind so fein, daß sie unmöglich abgewickelt werden können. Man zerfasert die Cocons und spinnt sie dann wie Baumwolle. Dafür hält dann aber auch ein solches Gewebe so zu sagen ewig; Ein Kleid reicht fürs ganze Leben aus.

Nebstbei verarbeiteten die alten Mexikaner noch die Gespinnste von B. madrôna, deren Raupe auf Indigo und Cassida lebt.

Da der B. mori, trotz Jahrhunderte alter Versuche, absolut nichts Anderes als die Blätter des Maulbeerbaumes fressen will und die Kultur des letzteren eine unliebsame Beschränkung des „Seidenbaues" mit sich bringt, hat man es auch bei uns mit einigen andern Spinnern probirt.

Das Meiste scheint der B. Pernyi zu versprechen, der mit Eichen- und Buchenlaub zufrieden ist.

Wir berauben aber nicht bloß die Insekten ihrer Kleider, um uns daraus die eigenen zu verfertigen; die wie das köstlichste Geschmeide blitzenden Miniaturharnische mancher dieser Thiere haben den nach beständiger Verschönerung begehrenden Theil der Menschheit auch dazu verleitet, sich ihrer als Schmuck zu bedienen.

II. Vergleichende Entwicklungsgeschichte.

I. Theil.

Entwicklung im Ei (Embryogenese).

Das „omne vivum ex ovo“ gilt zwar nicht mehr für alle Thiere ganz ausnahmslos, aber doch noch für die Insekten, insoferne kein solches Geschöpf bekannt ist, das nicht aus einem wahren Ei oder doch aus einem eiartigen Gebilde hervorginge.

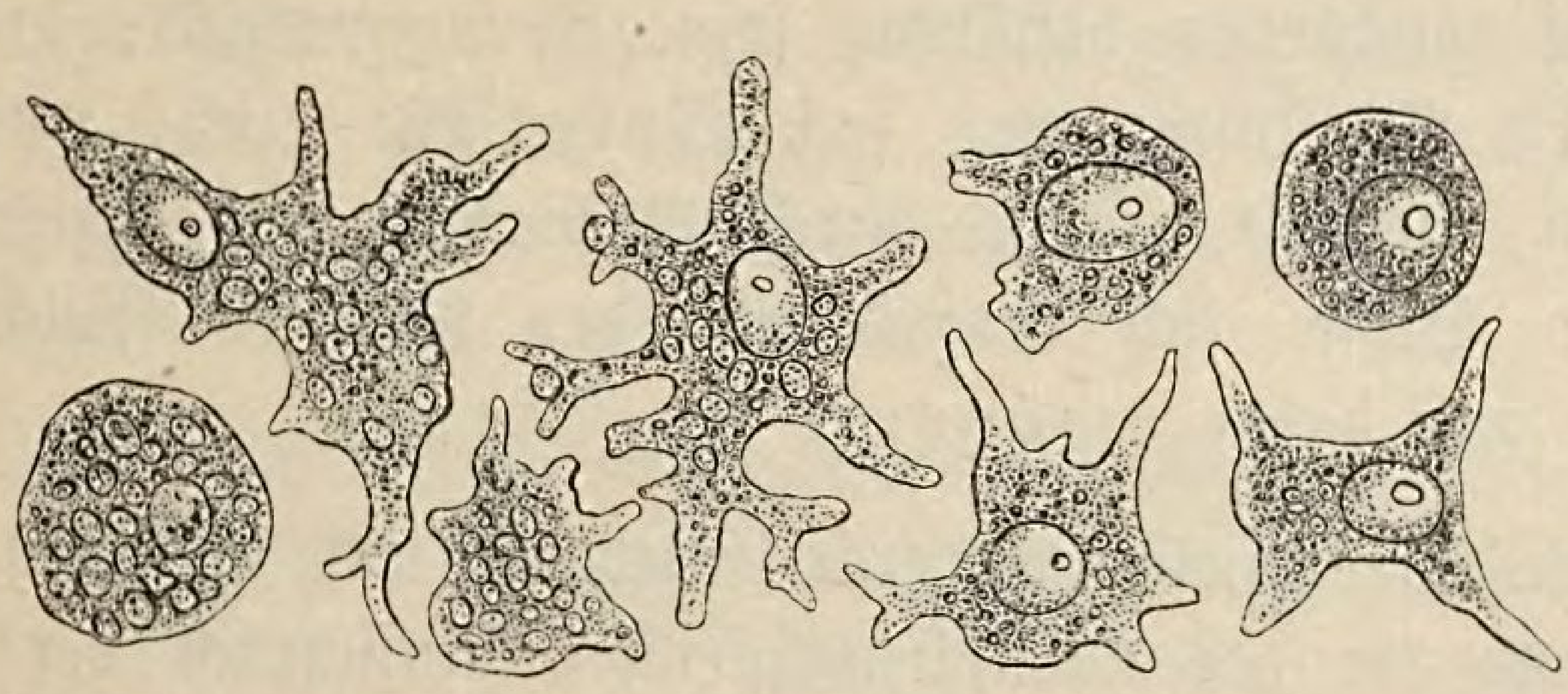


Fig. 106. Amöboidzellen.
Das helle Bläschen im Innern ist der Kern (mit dem „Kernkörperchen“).

Unter einem Ei aber verstehen wir in gestaltlicher Beziehung nichts Anderes als eine „Zelle“, deren „Kern“ (Fig. 106) als Keimbläschen und deren Inhalt als Keimprotoplasma oder Dotter bezeichnet wird *).

*) Nach neuern Untersuchungen erscheint das Centralgebilde des Eies unter eigenthümlichen Veränderungen nach einander in folgenden drei Zuständen: 1) (am unreifen Ei) als Keimbläschen (i. e. S.), 2) (am reifen Ei nach Ausstoßung der sog. Richtungskörper) als Eikern und endlich 3) (nach der Copulation mit dem Kern der Samenzelle) als Furchungskern. Im Folgenden beziehen wir uns stets auf den letztgenannten Zustand.

Obwohl nun das Ei, nach der gegebenen Definition, zu den allereinfachsten Lebensgebilden gehört, so spricht sich, in gewissem Sinne, doch schon an ihm die Mannigfaltigkeit der thierischen Natur aus; die Eizellen der verschiedenen Thiere sind nämlich, analog wie die Samenzellen, schon ihrer äußeren sichtbaren Erscheinung nach oft sehr verschieden.

Manche niedere Thiere, wie z. B. die Schwämme, die Hydren u. A., haben Eier, die nicht bloß den Keim eines aktiven Lebens in sich tragen, sondern die selbst schon ein wahres Lebendiges sind. Sie gleichen mit Einem Worte den sicher allen Lesern bekannten Amöben (Fig. 106), deren nackter Protoplasmakörper beständig seine Form wechselt, durch improvisirte Ausstülpungen, sog. Wurzelfüße, sich, wenn auch langsam, bewegt, sowie durch Aufnahme und Assimilirung fremder Stoffe sich vergrößert oder wächst. Solche Eier nennen wir daher amöboide Ur-Eier.

Die Eier vieler anderer (niederer und höherer) Thiere und auch die des Menschen gleichen hinsichtlich der äußern Beschaffenheit des Keimprotoplasmas fast vollständig den genannten, nur ist letzteres (Fig. 107 a) in einer mehr oder weniger dicken Hülle eingeschlossen. Solche Keime nennen wir eingekapselte oder encystirte Ur-Eier.

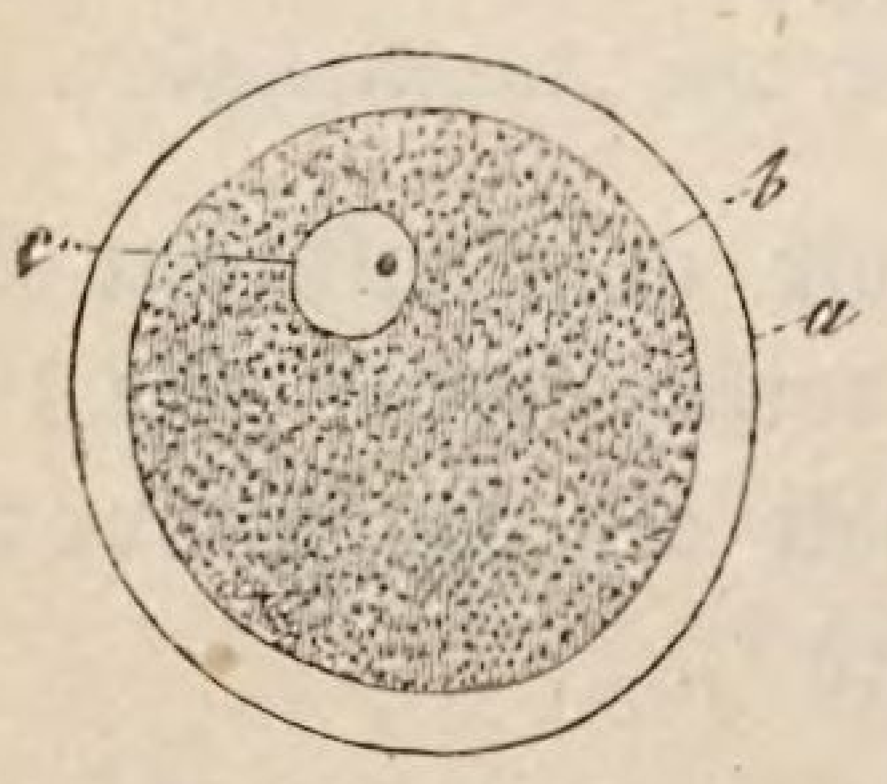


Fig. 107.

Eizelle des Menschen, unbefruchtet, 250 mal vergrößert.
a Eihülle, b Dotter, c Keimbläschen mit dem Keimflecke.

Beiderlei Ureier, die nackten und beweglichen sowie die eingekapselten und unbeweglichen, haben vor Allem auch das Gemeinsame, daß die Masse ihrer Substanz eine verhältnißmäßig geringe, ja meist eine mikroskopisch kleine ist und daß die letztere durch und durch

relativ gleichartig oder homogen erscheint. Da ferner bei diesen Eiern in der Regel der gesammte Inhalt direkt zur Bildung des Embryo verwendet wird, so nennt man ihn auch Bildungsdotter.

Nun gibt es noch Eier — der Leser denke an ein Straußen- oder Hühnerei — welche im Verhältniß zu den Ureiern und überhaupt zu der Normalgröße einer einfachen Zelle so riesige Dimensionen haben, daß man schon a priori auch eine andere Zusammensetzung beziehungsweise Entstehung annehmen muß.

Und in der That weiß jeder Leser, der einmal den traubigen Eierstock einer Henne gesehen, daß es dort sehr verschiedene Eier gibt und daß auch die ganz reifen Eierstock-eier ganz anders als die gelegten aussehen, indem u. A. das sog. Eiweiß erst später, bei der Wanderung durch die Eileiter, aus besonderen Drüsen hinzukommt.

Solche nachträglich noch durch Beimischung anderer Zellen oder gewisser Absonderungen von solchen vergrößerte Eier nennt man Nach- oder Misch-, auch wohl, wenn sie aus mehreren ganzen und echten Zellen entstanden, zusammen-gesetzte Eier, und den Inbegriff aller dieser in das Urei nachträglich aufgenommenen, meist durch ihren Reichthum an Fett und durch eigenartige Formtheile ausgezeichneten Substanzen Nahrungsdotter (Deutoplasma).

Letzteres deswegen, weil derselbe nicht direkt als Baumaterial verwendet wird, sondern nur allmälig von den eigentlichen Bildungselementen als Nahrung aufgenommen wird.

Nun, um endlich auf unser eigentliches Thema zu kommen, zu welcher Kategorie gehören die Insekteneier?

Um diese sowie auch deren Entwicklung kennen zu lernen, empfehlen wir dem Leser zur Maikäfersaison solche Thiere in

größerer Menge mit einem beblätterten Baumzweig in einen geeigneten Käfig zu sperren. Von einer gewissen Zeit an wird er dann alle Morgen den Boden desselben mit perlförmigen Eiern bestreut finden, die der Leser wahrscheinlich nicht so groß erwartet hat. Dies läßt schon auf Nacheier schließen. Zerdrückt er nun ein solches auf einer Glasplatte, so sieht er eine dickliche, milchige Flüssigkeit, und unterm Mikroskop zeigt letztere das Bild eines klaren (eiweißreichen) Fluidums, in welchem aber außer unzähligen Fetttröpfchen noch besondere körnige Kügelchen, schwimmen, die bei andern Insekten oft schön grün, gelb, roth u. s. w. gefärbt sind.

Daß man es aber hier wirklich mit wahren Mischeiern zu thun hat, offenbart sich am schönsten, wenn man deren Entstehung im Eierstock untersucht.

Da sieht man zu oberst in der röhrenförmigen Bildungsstätte kleine Kerne, die Keimbläschen, nur mit einem ganz kleinen Plasmahof. So entsteht das nackte und wie es scheint z. Th. auch bewegliche, also amöboide Urei.

Indem selbes nun in der Eiröhre allmälig abwärts rückt, vergrößert sich sein Plasmaleib auf Kosten und z. Th. unter Einverleibung der umgebenden Zellen, und es kommen nach und nach auch die gewissen Fetttropfen und Dotterkügelchen zum Vorschein, über deren Ursprung man allerdings noch lange nicht im Klaren ist. —

Auf diese Art nimmt also das Urei, indem es sich so zu sagen mit Nahrungsdotter mästet oder verproviantirt, ganz successive die Natur eines wahren Mischeies an.

Da der Nahrungsdotter offenbar nichts Anderes als einen gewissen Ueberschuß aus dem Nährmittelfond des Mutterthieres darstellt, so versteht sich wohl von selbst, daß die relative Menge desselben, je nach den Ernährungsverhältnissen des letzteren,

sowohl bei einer und derselben Kerfart als auch bei verschiedenen Species z. Th. eine sehr wechselnde ist.

Das Wichtigste ist aber der Umstand, daß die nun zu erörternde weitere Veränderung oder Entwicklung des Eikörpers gar sehr von der Menge und z. Th. wohl auch von der Beschaffenheit dieses Nahrungsdotters sich abhängig zeigt.

Erste Veränderung des Dotters, Bildung der ersten Embryonalzellen und der Keimblase.

Da der im Ei zu bildende (embryonale) Insektenkörper wie jeder höhere Organismus aus zahlreichen Elementartheilen, sog. Zellen, besteht, während das Ei nur eine einzige wenn auch häufig außerordentlich große Zelle darstellt, so handelt es sich jedenfalls zunächst darum, aus dieser einen Zelle mehrere andere zu erzeugen.

Aber schon bei diesem ersten Vorgang scheinen sich, wenigstens nach der bisherigen Auffassung, die einfachen und die Mischeier sehr ungleich zu verhalten.

Bei den Ureiern beruht die Sache meist auf einer einfachen Theilungserscheinung (Fig. 108). Zuerst sondert sich der Dotter unter vorhergehender Theilung des Kerns durch eine immer tiefer einschneidende Ringfurche in 2 (F. 1), dann durch eine erstere kreuzende in 4 (F. 2) und durch weitere Halbirungen in 8, 16, 32, 64 u. s. w. Theilstücke oder „Furchungskugeln", und so entsteht zuletzt aus der einfachen Eizelle ein maulbeerartiger Klumpen („Morula") kleinerer, aber unter sich ähnlicher Zellen, die ersten Bau- oder Grundsteine, mit welchen das Fundament des künftigen Thieres aufgerichtet wird. Dies nennt man nun die totale Furchung, und müssen wir dieselbe, abgesehen von ihrer Einfachheit, schon deshalb für die ursprünglichste und älteste ansehen, weil sie vornehmlich auch die niedersten Zellthiere auszeichnet.

Bevor wir nun die einschlägigen Veränderungen am Insektenei vorführen und gewisse gerade diesen Punkt be-

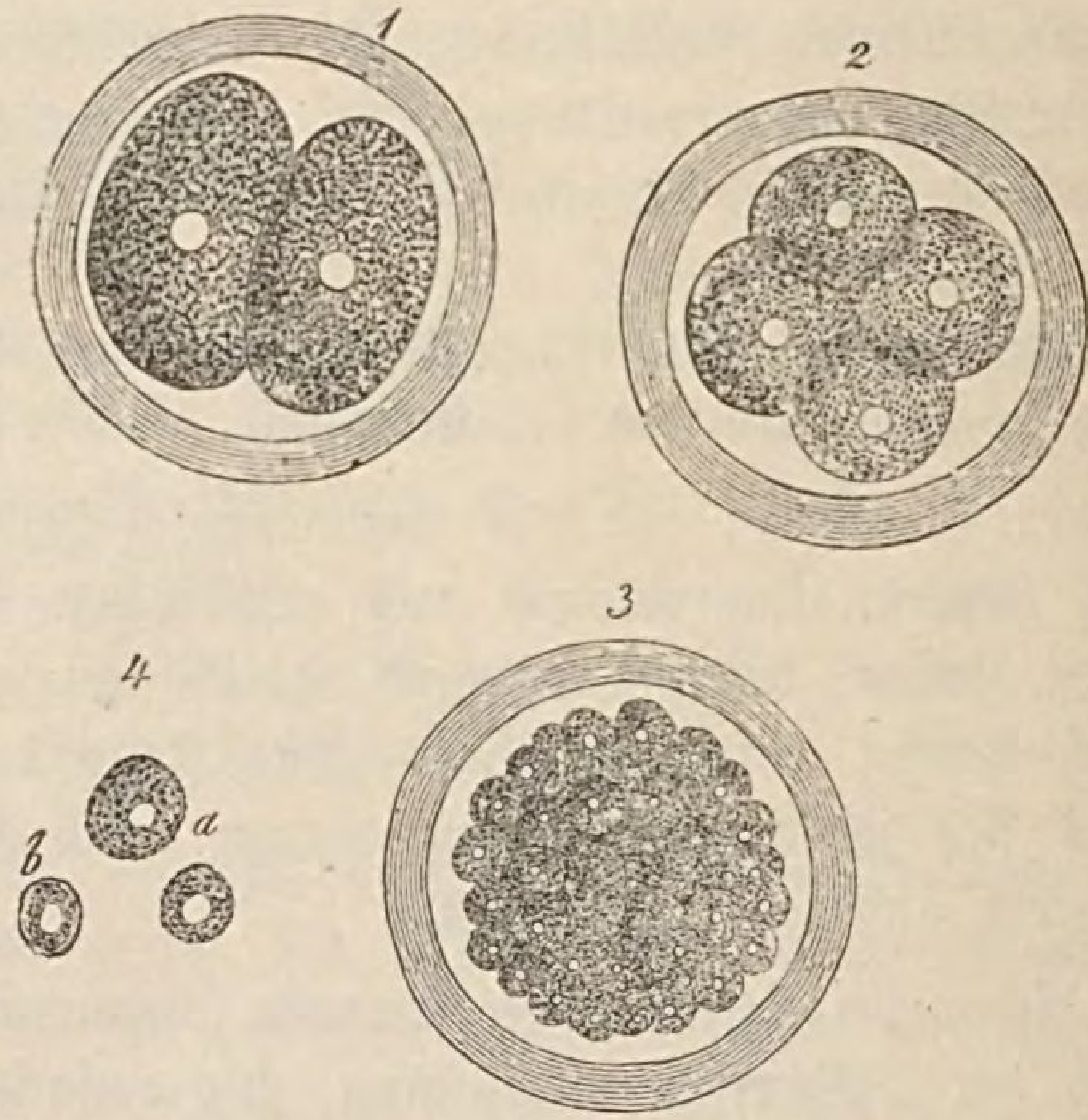


Fig. 108.
Theilung des Säugethiereies, halbschematisch (nach Kölliker).
1 Die Dottermasse in zwei, 2 in vier Furchungskugeln (Zellen) mit Kernen zerfallen. Bei 3 eine große Zahl solcher Embryonalzellen. 4 a b einzelne Kugeln.

treffende Meinungsdifferenzen zur Sprache bringen, wird es für die der Embryologie ferne stehenden Leser nothwendig sein, sie in aller Kürze über den Gang dieser Wissenschaft und besonders über die gebräuchlichen Methoden derselben zu orientiren.

Wie die so merkwürdige spätere Entwicklung der Insekten, so haben auch die in Rede stehenden Vorgänge zahlreiche Beobachter angezogen, unter denen Kölliker, Zaddach, Weismann, Bütschli und dann eine Reihe z. Th. Leukart's und Siebold's Schule angehöriger russischer Forscher, Metschnikoff, Ganin, Brandt, Ulianin,

O. Grimm, sowie, in Amerika, A. S. Packard besonders hervorragen.

Alle diese wählten für ihre Studien am liebsten möglichst durchsichtige Eier, an denen sie, ohne erst mühsame Zerlegungen machen zu müssen, die wesentlichsten Phasen der Entwicklung ganz bequem und im gehörigen Zusammenhang überschauen konnten.

Sowie man aber z. B. von einem Gebäude, selbst wenn das ganze Dach- und Fachwerk aus Glas bestünde, bei äußerlicher Betrachtung und selbst von verschiedenen Gesichtspunkten aus, ohne zugleich einige Auf- und Durchrisse zu kennen, keine vollkommen richtige Vorstellung über den Zusammenhang der inneren Gemächer erhalten würde, so war und ist es auch mit dem vielzelligen Gebäu des im Ei sich bildenden Insektenkörpers. Ueber das Aeußerliche, über die Modellirung des Embryo, sowie über manche gröbere innere Verhältnisse geben die genannten Arbeiten, namentlich die von Weismann und Zaddach, die klarsten und übereinstimmendsten Begriffe; sie führen aber nicht selten zu vielfach einander widersprechenden Vermuthungen und Analogien, wo es sich um den Kern der Sache, um die Erkenntniß des inneren Zusammenhanges, um die Bildung und gegenseitige Beziehung der embryonischen Elementartheile handelt.

Die Unzulänglichkeit dieser Untersuchungsweise — denn Methode kann man dies nicht nennen — macht sich nun gerade bei der Beurtheilung der in Rede stehenden Vorgänge am meisten fühlbar.

Was man bei continuirlicher Beobachtung möglichst durchsichtiger Kerfeier, z. B. jener von Chironomus nach dem üblichen Verfahren bisher erkannt hat, das ist, nach Weismann, auf Fig. 109 zu sehen.

In A hat man (mit Hinweglassung der Hüllen) das noch ganz unentwickelte und wegen der gelben Dotterkügelchen

völlig undurchsichtige Ei, dessen Kern (kb) nur schematisch eingezeichnet ist. B gibt dann ein weiteres Stadium, wo sich

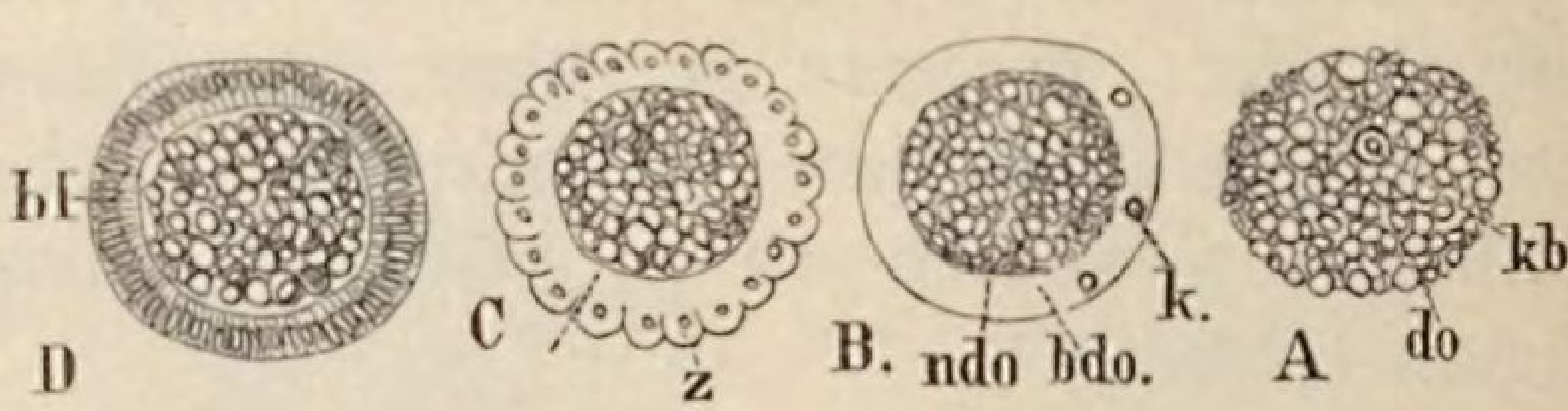


Fig. 109.

Bildung der Keimhautblase im Ei einer Mücke (Chironomus), schematisch nach **Weismann.**

A Eidotter (do), kb Keimbläschen.

B Ausscheidung des homogenen peripherischen Bildungsdotters (bdo), k darin auftretende Kerne, ndo (centraler) Nahrungsdotter.

C Der Bildungsdotter (Blastem) ballt sich peripherisch in Zellen (Maulbeerform, „Perimorula").

D Die Zellen haben sich verlängert und bilden eine dichtgeschlossene Lage, das einschichtige Blastoderm („Blastula").

unter gleichzeitiger Zusammenziehung des Nahrungsdotters auf der ganzen Oberfläche eine helle homogene Schichte Bildungsdotter ausgeschieden hat. In diesem, peripherischen Bildungslager oder „Blastem" tauchen dann einzelne Kerne (k) auf, von denen man höchstens vermuthen kann, daß sie durch Theilung des Keimbläschens entstehen. Auf einem dritten Stadium (C) erscheint dann eine ganze Garnitur solcher Kerne und um jeden derselben ein kleiner Ballen des genannten Blastems. Das wären nun die ersten Bildungs- oder Embryonalzellen, die schließlich, im engeren Zusammenschluß, das Bild D ergäben.

Da sich nach dieser Darstellung die Formung und Zerlegung des Dotters nur auf eine oberflächliche Schichte beschränkt, so nannte man diesen Vorgang die partielle und zugleich die oberflächliche Furchung.

Der Leser merkt aber wohl, daß es in der obigen Auffassung der Chironomus-Furchung gar manche dunkle Punkte gibt und daß es, um mehr Klarheit in die Sache zu

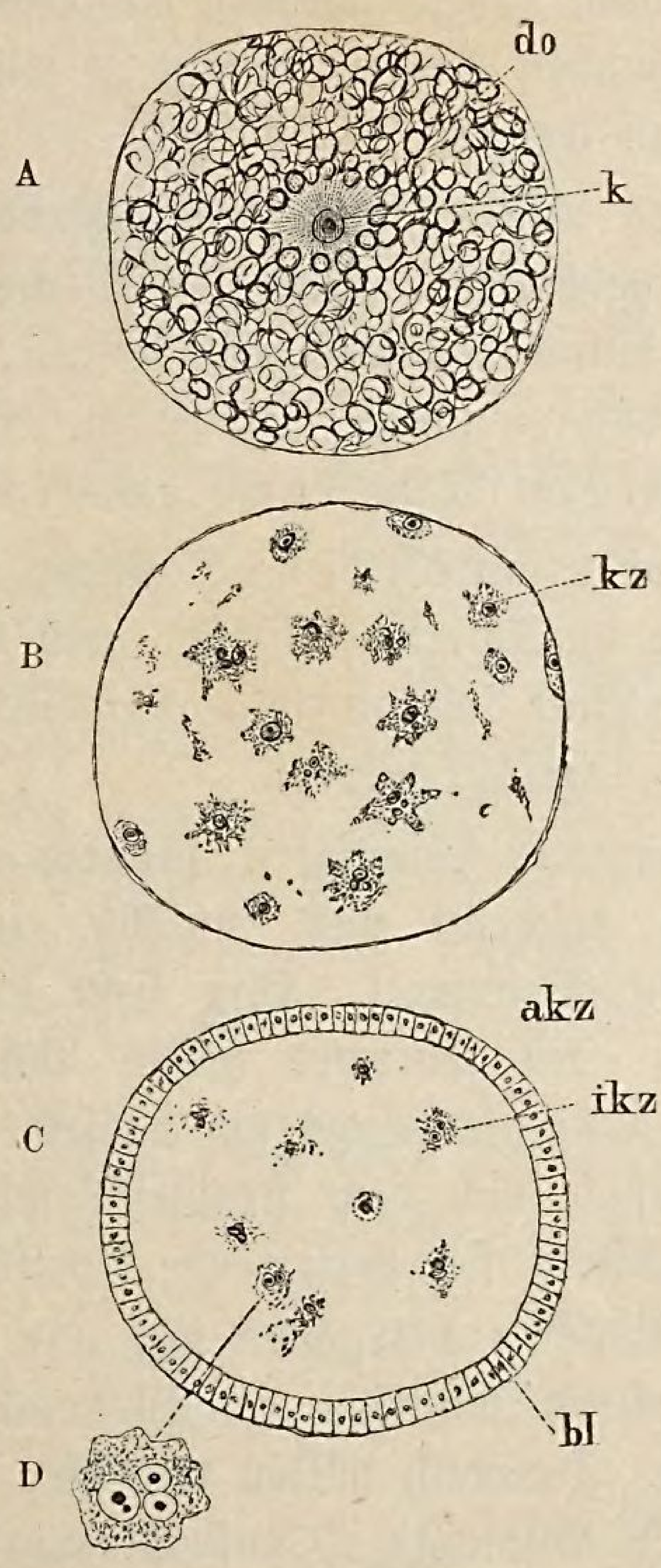


Fig. 110.
Schemata zur Erläuterung unserer eigenen Studien über die ersten Bildungsvorgänge im Insektenei.

A 1. Stadium. k Ei- resp. Furchungskern, ringsum ein strahliger Protoplasmahof (nach H. Ludwig's Angaben beim Spinnenei), do Nahrungsdotter, Keimbläschen + Protoplasmahof = Ureizelle.

B 2. Stadium. Viele zerstreute Kerne (dunkle Ringe). Um jeden der Theilkerne ein Protoplasmahof. Urkeim-Protoblast. (Nach Schnitten bei Pyrrhocoris und Lina.)

C 3. Stadium. bl Keimhaut (Blastoderm-Periblast), akz äußere Keimzellen, ikz innere Keimzellen (Centroblast), alle relativ zu groß (im Uebrigen genaue Copie nach einem Schnitt von Lina).

D Eine innere Keimzelle von Pyrrhocoris stärker vergrößert mit mehreren bläschenartigen Kernen (s. Binnenkern). (Original.)

bringen, hauptsächlich darauf ankäme, das Untersuchungsobjekt durchsichtiger zu machen und überhaupt in seiner ganzen Ausdehnung kennen zu lernen.

Dazu gibt es nun offenbar kein passenderes Mittel als das entsprechend gehärtete und etwa in Wachs eingeschmolzene Ei in möglichst dünne Schnitte zu zerlegen, eine Methode, die bei höheren Thieren längst angewandt, bei Insekten aber erst in allerjüngster Zeit durch Kowalewski in Gebrauch kam.

Leider sind aber mittelst dieser Methode gerade die ersten Bildungsvorgänge im Insektenei bisher noch wenig untersucht worden, und diese Lücke soll im Folgenden durch die Ergebnisse eigener Studien ausgefüllt werden.

Von fundamentaler Wichtigkeit für die erste Sonderung des Mischdotters erscheint uns zunächst eine Beobachtung H. Ludwig's am Spinnenei. Hier sieht man, auf einem gewissen Stadium, ein centrales helles Bläschen (vgl. das Schema Fig. 110 A k) und rings um dasselbe eine Zone von feinkörnigem Plasma, von dem strahlenförmige, in der umgebenden Dottersubstanz sich verlierende Fortsätze ausgehen.

Das helle Bläschen betrachten wir nun als den eigentlichen Kern des befruchteten Eies, den Plasmahof aber als den Leib der Ureizelle. Demnach hätten wir hier eine Sonderung in einen centralen Bildungs- (Centroplasma) und in einen peripherischen Nahrungsdotter (Periplasma).

Daß nun aber eine ähnliche Dottersonderung auch faktisch bei den Insekten vorkommt, scheint aus Folgendem hervorzugehen.

Wir nehmen das kleine längliche Ei des Pappelblattkäfers und zwar wenige Stunden nach dessen Ablegung, härten es in geeigneter Weise und zerlegen es dann in möglichst dünne Scheiben. Diese Schnitte färben wir außerdem mit Pikrokarmin und hellen sie schließlich in Kreosot auf.

Unter's Mikroskop gebracht zeigt sich nun Folgendes (Fig. 110 B).

Auf den ersten Blick scheint die ganze Eischeibe gleichmäßig von der Pikrinsäure gelb gefärbt. Mustern wir sie aber länger und recht genau, so tauchen da und dort kleine intensiv rothe (also vom Karmin gefärbte) Kreisflecke auf, und in einem spätern Stadium nimmt sich das gelbe Gesichtsfeld (bei schwacher Vergrößerung) wie roth gesprenkelt aus. Diese rothen Stellen nun machen in jeder Hinsicht ganz und gar den Eindruck von Zellkernen und enthalten wie letztere oft wieder kleinere Körperchen, sog. Nucleoli oder Binnenkerne (Fig. 110*).

Nun ist es hinsichtlich der Entstehung dieser Kerne, welche man am Eierstockei noch nicht bemerkt, gewiß die wahrscheinlichste Annahme, daß sie durch Theilung des ersten, oben erwähnten Ei- (resp. Furchungs-) Kernes entstanden sind; dies umsomehr, als viele dieser Kerne auch faktisch in Theilung begriffen sind.

Wenn wir sagten, daß diese Gebilde den Eindruck von Kernen machen, so meinen wir damit, daß *sie ganz speciell den Kernen jener Zellen gleichen, aus welchen später der Embryo zusammengesetzt erscheint.*

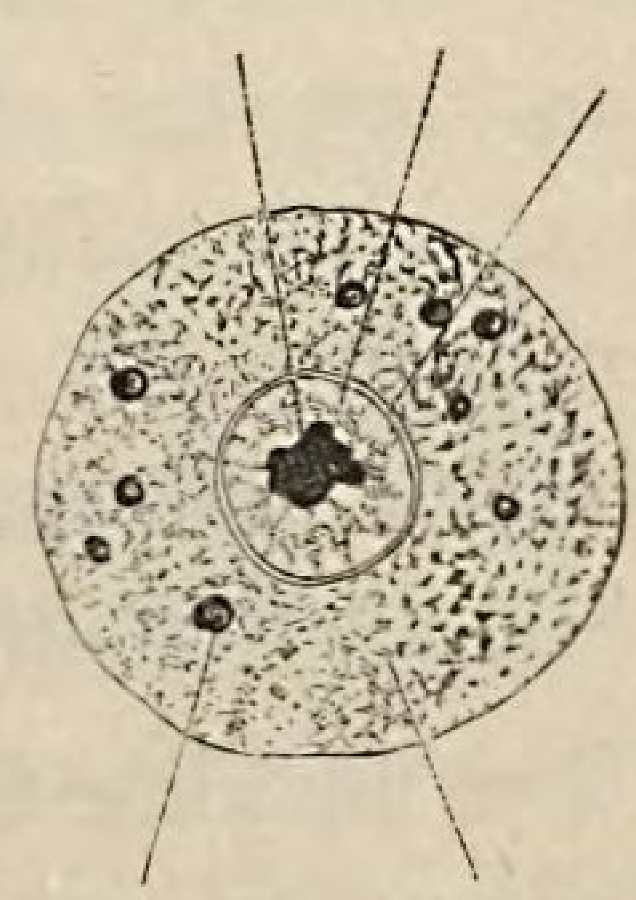


Fig. 110*.
Ganz junge Keimhautzelle einer Ameise (Formica rufa) nach Behandlung mit 2 % Essigsäure, km Membran, ks maschige Substanz des Kerns, kk amöboides Kernkörperchen, zs Zellsubstanz, F gelbe Fetttröpfchen in derselben. (Original.)

Solche Eikerne haben übrigens auch frühere Beobachter gefunden und z. Th. sogar deren Abkunft durch Theilung des „Keimbläschens" wahrscheinlich gemacht.

Völlig neu und von größter Wichtigkeit scheint uns aber der folgende Umstand zu sein, *daß* nämlich *diese Kerne nicht*, wie man bisher allgemein zu glauben

schien, einfach im Mischdotter liegen, sondern daß jeder von ihnen von einer größern oder kleinern Zone specifischen Bildungsdotters umgeben ist.

Mustert man nämlich recht dünne Schnitte, so sieht man um jeden der rothen Kreisflecke einen vom Pikrin ungefärbt gelassenen und daher relativ weiß erscheinenden feinkörnigen Plasmahof, und dieser letztere mit sammt dem darin eingebetteten Kern gleicht auf ein Haar jenen echten Amöboidzellen, wie sie oben auf Fig. 106 abgebildet sind. In diesem Sinne hat man es also hier nicht einfach mit Theilungsprodukten des Eikernes, sondern mit solchen eines ganzen Ureies zu thun.

Wenn nun aber diese unsere Beobachtungen richtig sind, so ist doch klar, daß die Sonderung des Insekteneies nicht eine oberflächliche und strenge genommen gegenüber der Zerlegung der Ureier auch nicht eine bloß theilweise genannt werden kann.

Denken wir uns einmal, um die Sache näher zu erläutern, mit Beseitigung des Nahrungsdotters alles Bildungsplasma um den Eikern concentrirt, so wäre das Ganze offenbar eine wahre Ureizelle zu nennen. Würde sich nun ferner dieses Ei theilen und würden diese Zelltheile oder Theilzellen beisammen bleiben, so hätten wir ohne Zweifel eine Art totaler Furchung vor uns.

Der wirkliche Sachverhalt unterscheidet sich nun von diesem angenommenen im Wesentlichen nur dadurch, daß das centrale Urei nur einen relativ kleinen Bruchtheil des gesammten Bildungsdotters besitzt und daß das übrige noch im Nahrungsdotter suspendirte Protoplasma erst nachträglich und ganz allmälig von den Abkömmlingen des Ureies, d. i. von den Embryonalzellen aufgenommen wird.

Der Unterschied der Insekten-Dottersonderung gegenüber der typischen Totalfurchung liegt also kurz gesagt weniger in der räumlichen als in der zeitlichen Ausdehnung dieses Processes.

Da sich die genannten Zellen, wie leicht zu constatiren, auf Kosten des Nahrungsdotters vergrößern, ihn also sozusagen auffressen, so möchte man sie, und z. Th. auch der Form wegen, mit wahren Amöben vergleichen; es ist aber hervorzuheben, daß es nicht immer so scharf abgegrenzte und selbständige Gebilde sind, wie es unser Schema andeutet, daß sie vielmehr, wie auch P. Mayer bei Krebsen gezeigt, z. Th. durch feine Ausläufer mit einander zusammenzuhängen scheinen und so ein einheitliches Maschennetz darstellen, in dessen verdickten Knotenpunkten die Kerne liegen, während die Maschenräume selbst vom Nahrungsdotter ausgefüllt sind.

Da wir hier unmöglich alle die einzelnen Schritte, welche das in der Entwicklung begriffene Keimprotoplasma behufs seiner weitern Gestaltung macht, auch mitthun können, so müssen wir uns abermals einen großen Sprung erlauben.

Der Leser hat oben gehört, daß die gleichmäßige oder totale Furchung des Säugethiereies (Fig. 107) zur Bildung eines maulbeerartigen Klumpens von rundlichen Zellen führt. Letzterer verändert sich aber bald in folgender Weise. Die innern Zellen drängen gegen die Oberfläche, schieben sich zwischen die äußeren hinein und bilden im Verein mit diesen eine zusammenhängende also hautartige Lage, während die im Centrum noch zurückgebliebenen sich größtentheils auflösen und verflüssigen.

Die beschriebene einschichtige Zelllage nennt man nun Keimhaut (Blastoderm), resp. ihrer sphärischen Gestalt halber Keimblase (Blastula), während der von ihr umschlossene Hohlraum die Furchungshöhle heißt.

Die lange und z. Th. jetzt noch herrschende Meinung war nun die, daß sämmtliche aus der Eifurchung entstandenen Embryonal- oder Keimzellen in dieser peripherischen oder Oberflächenschicht enthalten seien und daß also in Folge dessen auch das Blastoderm den Ausgangspunkt für alle weitern Bildungen, somit den wahren Urkeim oder Protoblast darstelle.

In jüngster Zeit hat aber Kölliker, zunächst bei gewissen Säugern, den Nachweis geliefert, daß innerhalb der rings geschlossenen Keimblase, also in der Furchungshöhle, noch eine Mehrheit von Zellen zu unterscheiden ist, welche letztere sich gleichfalls direkt beim Aufbau des Embryos betheiligen.

Nach dieser Ansicht gingen also aus der Maulbeerform oder Morula zwei Keime hervor, ein äußerer, der Periblast oder die Keimblase, und ein innerer, den wir als Centroblast bezeichnen.

Wie verhält es sich nun bei den Insekten?

Es ist eine und zwar zuerst von Kölliker constatirte Thatsache, daß dieselben gleichfalls eine (den Nahrungsdotter schalenartig umschließende) Keimblase besitzen, die wir schon oben in Fig. 109 D kennen lernten und welche, als ein dicht geschlossener Ring von Zellen, auch in Fig. 110 C (bl) zu sehen ist.

Wie man sich nun, bisher wenigstens, das Zustandekommen dieser Insektenkeimblase erklärte, wurde bereits früher angedeutet; den zweifelhaften Ursprung der Kerne ihrer Zellen abgerechnet, nahm man ganz allgemein an, daß der eigentliche Leib der letzteren an der Peripherie also überhaupt dort entsteht, wo die Zellen in der Keimhaut liegen.

Wenn wir nun auch die Möglichkeit gewisser Differenzen hinsichtlich der Keimzellenbildung bei verschiedenen Insekten

offen lassen, so muß man nach dem Frühern doch einsehen, daß diese Erklärung zum wenigsten nicht allgemeine Geltung beanspruchen kann.

Gehen wir in Fig. 110 auf das Stadium B zurück, so finden wir wahre Zellgebilde und zwar ganz im Innern des Eies schon vor der Anlage der peripherischen Keimhaut, und vergleichen wir neuerdings diesen Zustand mit den ganzfurchigen Eiern, so darf man schließen, daß eben dieses Stadium der räumlich noch ungesonderten Zellen der Maulbeerform entspricht und daß ferner die Keimblase ähnlich wie dort entsteht, d. h. dadurch, daß sich diese Zellen unter weiterer durch die Theilung ihrer Kerne angedeuteten Vermehrung gegen die Peripherie drängen und sich schließlich zu einer einschichtigen Lage vereinigen *).

Nicht minder wichtig als die Frage nach der Entstehung der Keimblase ist dann die zweite, ob nämlich auch hier, wie allgemein angenommen, das Blastoderm Alles in Allem, d. h. ob es der einzige und ausschließliche Urkeim ist.

Ein Blick auf das Stadium C (Fig. 110), nach einem ähnlich wie oben behandelten Schnitt durch das Ei von Lina, wird den Leser aber sofort vom Gegentheil überzeugen. Er sieht nämlich außer den peripherischen oder Keimhautzellen (akz) auch noch innere Elemente (ikz), und deren völlige Uebereinstimmung mit den primären Keimzellen (B) läßt wohl keine andere Auffassung zu, als daß es eben faktisch solche bei der Blastodermbildung erübrigte Gebilde sind, welche dem Kölliker'schen Innenkeim der Säuger entsprechen.

Die jetzt constatirte Thatsache, daß die erste Entwicklung des Eies bei zu ganz verschiedenen Typen gehörigen Thieren und

*) Inzwischen hat Bobretzky (Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 31. Bd. 2. Heft) diese Art von Keimhautbildung auch bei Schmetterlingen beobachtet.

trotz der ursprünglichen Verschiedenheit des Eies selbst dennoch zu einem und demselben Resultate, der Keimblase (nebst dem Centroblast!) führt, legt offenbar für den einheitlichen Zusammenhang und Ursprung der Thierheit kein geringes Zeugniß ab. Denn wenn wir auch bei unserer gegenwärtigen Unkenntniß der eigentlichen Entwicklungsursachen und deren Wirkungsweise im Allgemeinen nicht bestreiten können, daß möglicherweise die erste Anlage eines thierischen Organismus gemäß der ganzen Natur des Keimprotoplasmas gerade so und nicht anders vor sich gehen könne, oder teleologisch gesprochen, daß speciell die Bildung der Keimblase ein nothwendiges Mittel zur Erreichung eines vorgesetzten Zweckes sei, so sehen wir andererseits doch wieder in so vielen Fällen die Natur bei der Bildung verwandter Thiere, und gerade der Insekten, oft so verschiedene Wege einschlagen, daß wir uns unmöglich mit der Anschauung befreunden können, daß sie gerade hier an eine bestimmte Methode gebunden sei, sondern pflichten vielmehr der Anschauung bei, daß die Aehnlichkeit der ersten Keimungsvorgänge auf der Gleichheit der Abstammung beruhe, während sich in gewissen Ungleichheiten dieses Vorganges das Bestreben der Natur äußere, die alten Fesseln von sich abzuschütteln und, gemäß den veränderten Verhältnissen, in neue Bahnen einzulenken.

Aber, so kann man einwerfen, die Keimblasen der verschiedenen Thiere sind so außerordentlich einfache Gebilde, daß deren Gleichheit eher auf einen indifferenten, auf einen unbestimmten Zustand als auf eine wirkliche Ursprungsgleichheit hindeutet, und zur Bekräftigung einer wirklichen Wesenseinerleiheit, einer faktischen Homotypie könnte man sich ja fast mit demselben Gewicht auf die noch vollständigere Aehnlichkeit der verschiedenen Thiereier selbst berufen. Hingegen, so möchte unser Kritiker vielleicht weiter sprechen, und wir müßten ihm vollkommen Recht geben, würde unser Argument eine viel größere Be-

deutung erlangen, wenn wir nachzuweisen im Stande wären, daß auch noch in späteren Stadien, wenn die Anlage des Embryo schon weiter geschritten, wenn derselbe, im Ganzen wie im Einzelnen, schon eine determinirtere Gestalt angenommen und seinem Ziele sich mehr genähert hat, daß auch dann noch, wenigstens in den allgemeinsten Zügen, die Keimformen verschiedener Thiere sich als ähnliche oder verwandte Bildungen zu erkennen gäben.

Wir werden nun bald hören, daß Letzteres, bis zu einem gewissen Grade, auch wirklich der Fall ist. Um aber schon zum Vorhinein allzu sanguinische Hoffnungen etwas zu dämpfen, erlauben wir uns, den Leser schon an dieser Stelle auf beistehende Abbildungen (Fig. 111) hinzuweisen, aus denen

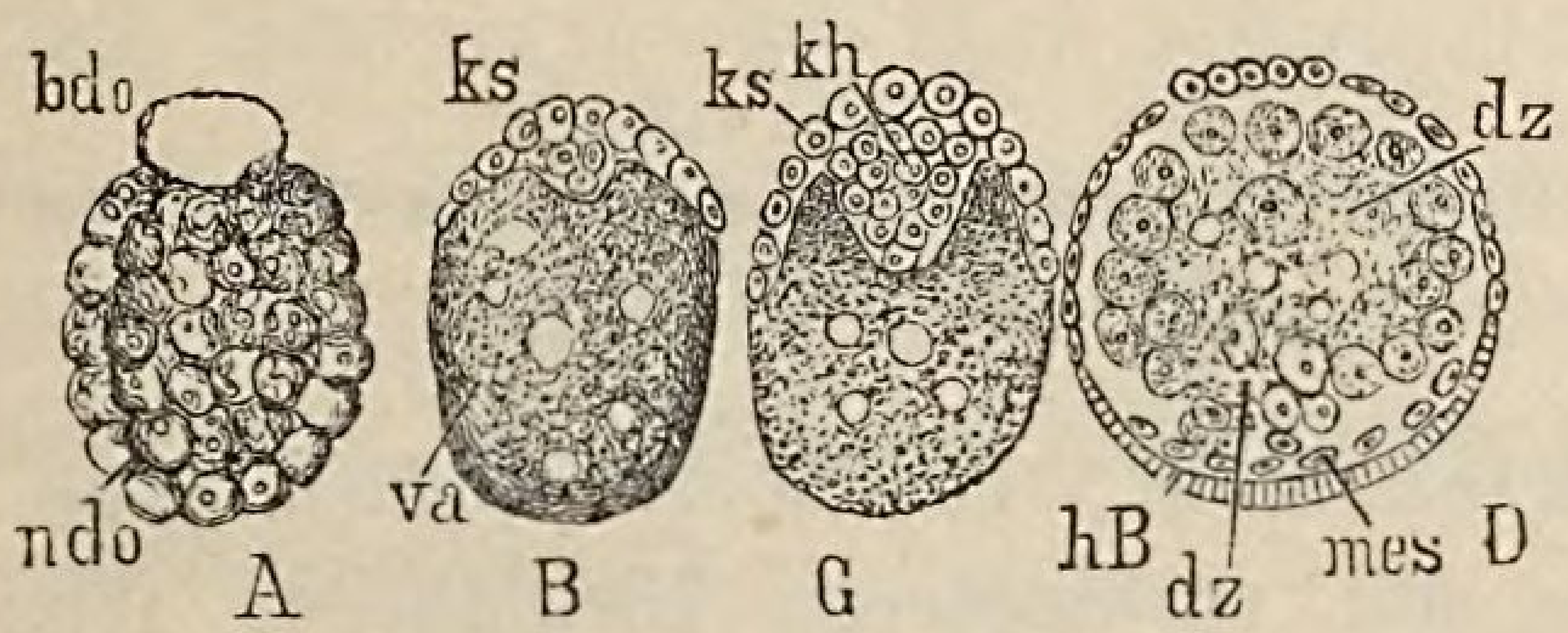


Fig. 111.

Zur Keimbildung der Mauerassel (Oniscus murarius), nach Bobretzky.

A ndo in Schollen zerfallener Nahrungsdotter, bdo an einem Eipol ausgeschiedener Bildungsdotter (sog. inäquale Furchung).

B ks Keimscheibe, entstanden durch Furchung des Bildungsdotters, Nahrungsdotterschollen wieder zerfallen, va Vacuolen (?) darin.

C ks einschichtige Keimscheibe, kh durch locale Vermehrung ihrer Zellen gebildeter in den Dotter hineinragender Keimhügel (Anlage des Meso- und Entoderms).

D Weitere Differenzirung der Keimanlage. hb den ganzen Dotter keimblasenartig umfassendes Hautblatt, mes Mesoderm, dz sog. Dotterzellen (Darmdrüsenkeim).

hervorgeht, daß gewisse den Insekten sehr nahestehende Thiere, wie z. B. die Mauerassel, nicht einmal eine typische Keimblase besitzen.

Keimblätter, „Gastrula“.

Wenn der Leser, um zunächst das Gefüge eines vollkommen entwickelten Thieres, z. B. eines Insektes, kennen zu lernen, den Querschnitt durch ein solches in Fig. 112 ansieht, so findet er Folgendes: 1. einen äußeren Schlauch, den Hautsack (hdB),

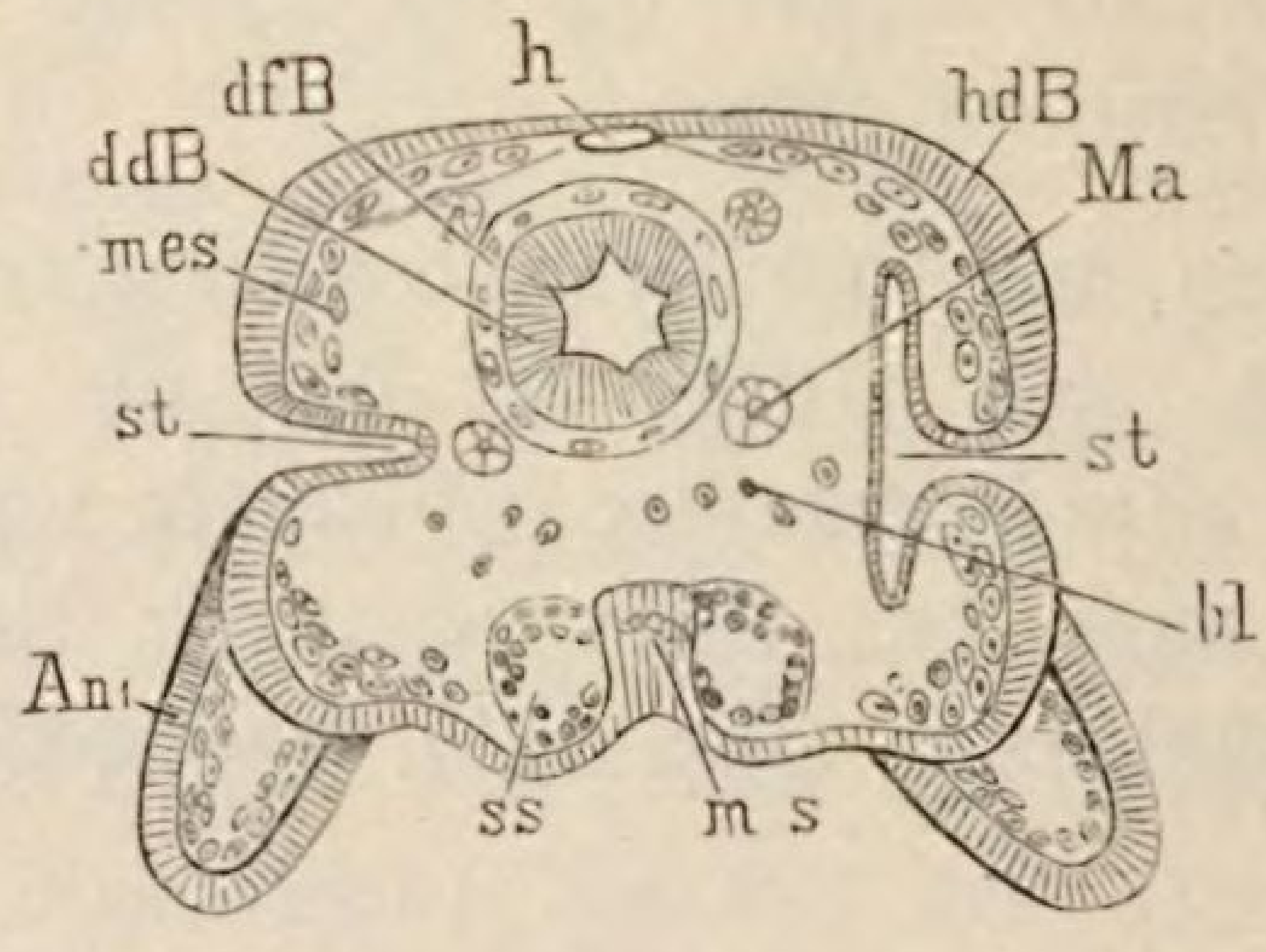


Fig. 112.
Querschnitt durch den Hinterleib eines fast reifen Embryo des Goldafters.
(Nach Hatschek.)

2. ein inneres Rohr, den Darm (ddB), und 3. zwischen beiden eine mit verschiedenen Weichtheilen sowie mit Blut erfüllte Leibeshöhle (bl). Bei näherer Betrachtung zeigt sich dann weiter, daß jeder dieser Schläuche abermals aus zwei Gewebslagen besteht, nämlich aus einer Lage pallisadenartig neben einander stehender Zellen, einem sog. Epithel, und zweitens aus einer Schichte contractiler Fäden oder Muskeln, einer sog. Faserlage.

Nach dem besteht also der fertige Kerfleib im Ganzen aus vier concentrischen Hauptschichten, welche die Embryologen, von außen nach innen gehend, als Hautdrüsen- (hdB), Hautfaser- (hfB), Darmfaser- (dfB) und Darmdrüsenlage (ddB) bezeichnen.

Eine Hauptaufgabe der Embryologie ist es nun eben, zu zeigen, wie diese vier Gewebsschichten entstehen, d. h. auf welche

Weise sie aus der Keimblase oder, wo ein solcher vorhanden, zugleich aus dem innern Keim sich hervorbilden.

Sehr einfach erklärte man sich dies, ehemals wenigstens und zu einer Zeit, wo die Entwicklung der niederen Thiere noch wenig bekannt war, bei den Wirbelthieren. Der Embryo entsteht hier aus einer scheibenartigen Verdickung der Keimblase, die dem Rücken des künftigen Thieres entspricht. Diese Keimscheibe spalte sich nun, so nahm man an, in zwei Schichten, die man ihrer Gestalt und Lage halber das obere und untere oder auch das animale und vegetative „Keimblatt" nannte. Durch Spaltung sollte sich dann (His) jedes dieser zwei primären Keimblätter wieder in zwei weitere Schichten zerlegen, nämlich das obere in das Hautnerven- und Hautmuskel-, das untere in das Darmmuskel- und Darmdrüsenblatt, womit dann die obige Sonderung auch schon vollzogen wäre.

Bei der Mehrzahl der übrigen Thiere ist aber der Vorgang jedenfalls ein ganz anderer, und seitdem man dies weiß, ist man auch bemüht, die Keimblätterbildung der Vertebraten in anderer Weise auszulegen.

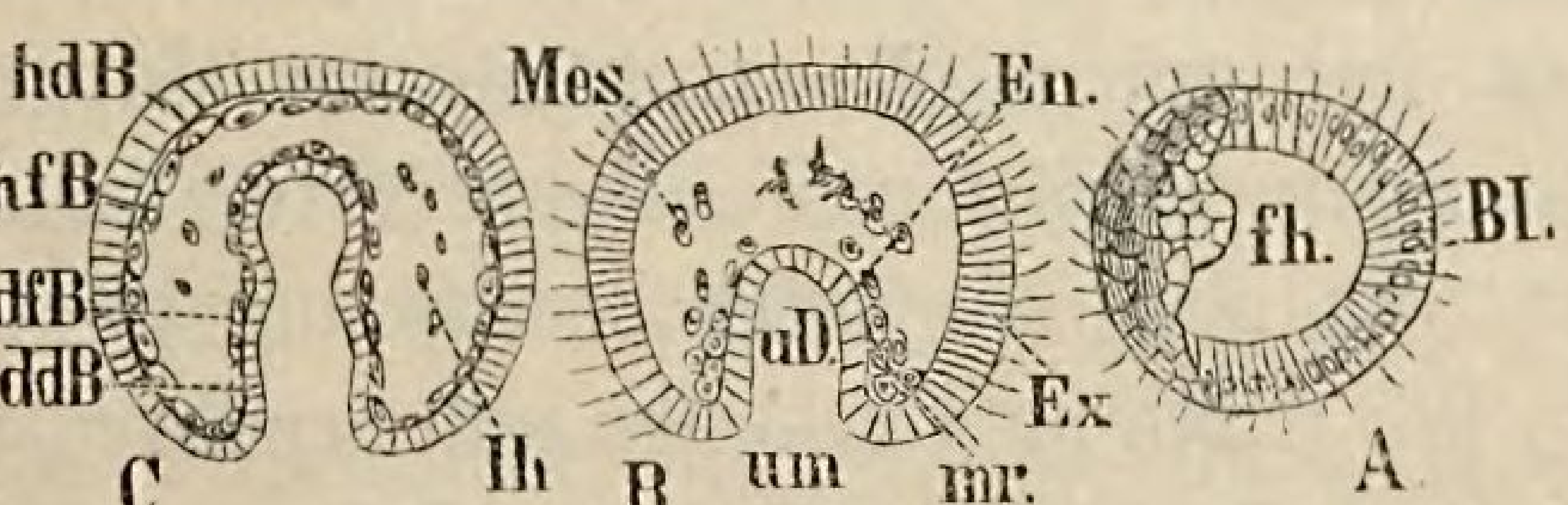


Fig. 113.
Zur Entwicklung einer Seewalze (Holothuria), schematisch nach Selenka.

A Bl einschichtige Keimhautblase (Blastula) links von der Fläche, rechts im optischen Durchschnitt, fh Furchungshöhle.

B Eingestülpte Keimhautblase (Gastrula) im Längsschnitt, um Urmund, uD „Urdarm", Ex Exoderm (animales), En Entoderm (vegetatives Keimblatt). Aus dem eingestülpten Blastoderm entstehen die Zellen Mes des mittleren Blattes (Mesoderm).

C Dasselbe weiter entwickelt. hdB Hautdrüsenblatt (Exoderm), ddB Darmdrüsenblatt (Entoderm), hfB Hautfaser-, dfB Darmfaserblatt.

Außerordentlich klar und bestimmt scheint, wenigstens nach Selenka's Arbeit, die Bildung der Keimblätter an den völlig durchsichtigen Eiern der Seewalzen (Fig. 113).

A zeigt uns zunächst, halb im Durchschnitt, halb von der mosaikartig gefelderten Fläche, das Stadium der Keimblase, wobei wir zum Unterschied gegenüber der Säuger- und Insekten-Blastula sofort bemerken, daß die Furchungshöhle (fh) nur eine klare Flüssigkeit, aber keinerlei Zellgebilde enthält. Das Blastoderm ist hier also faktisch das einzige Keimlager.

Es ist aber noch ein anderer und zwar ein höchst auffallender Umstand zu bemerken:

Da von bereits lebensfähigen Embryonen oder jungen Thieren nur die der höhern allgemeiner bekannt sind und dieselben, man denke an ein Hühnchen oder an eine Raupe, fast eben so complicirt gebaut sind wie die ausgebildeten Wesen, so meint man, daß dies bei allen Thieren so sein müsse, d. h. daß z. B. eine Seewalze erst dann lebensfähig sei und sich überhaupt als selbständiges Thier geriren könne, wenn es, ungefähr wenigstens, alle die Organe der Mutter besitzt.

Dies ist nun gewiß ein großes Vorurtheil, wenn man bedenkt, daß ja auch die Amöben faktisch leben, und in ihrer Art so gut wie wir selbst, trotzdem ihr Körper hinsichtlich seiner Organisationshöhe nur auf der Stufe eines Eies steht.

Wenn nun aber ein Thier bereits im Zustande des Eies leben d. h. sich selbständig bewegen und ernähren kann, warum soll es dies nicht auch auf dem höheren Stadium einer Morula oder Blastula können? Nun, letzteres ist thatsächlich bei vielen Thieren der Fall, die bereits in dem Stadium, wo wir sie eben kennen lernten, die Eihülle verlassen, damit also auch aufhören Embryonen zu sein und nunmehr auch schon den stolzen Titel „Thiere" resp. „Larven" führen.

Das, was wir Keimblase nennen, ist somit bei diesen frühreifen Geschöpfen nicht bloß, wie z. B. bei den Insekten,

eine Einrichtung behufs der weiteren Entwicklung, es ist hier zugleich das Organ des Lebens, das Werkzeug der Empfindung, Bewegung und Ernährung, und so wird sich der Leser, denken wir, auch leichter vorzustellen vermögen, wie denn, bei den höheren Thieren, aus einem scheinbar völlig todten Keime nach und nach die verschiedenen Energieen des Lebens sich entwickeln können.

Da wir schon, die Anschauungen über den Lebensanfang erweiternd, von einem echten Ei- in einen niederen Thierzustand geriethen, so fügen wir noch bei, daß man solche Keimblasenthiere aus von selbst einleuchtendem Grunde und gegenüber dem früher kurz erläuterten Zustand der Vierblätterigkeit als „einschichtige" bezeichnet.

Ja, wie geht denn aber, um wieder auf unser Thema einzulenken, aus dem einschichtigen der mehrschichtige Zustand hervor?

Aufrichtig gestanden wären wir sehr gespannt darauf, zu hören, wie ein völliger Laie eventuell ein Techniker diese Frage oder dieses Problem lösen möchte. Würden keine besonderen Bedingungen gestellt, so gäbe es freilich der bloßen Möglichkeiten sehr viele — und wir dürfen zum Voraus beisetzen, daß auch die Fachleute zur Erklärung dieses Vorganges schon die allerverschiedensten Conjuncturen angenommen haben.

Eine sehr naheliegende ist die bereits oben erwähnte, daß sich das einschichtige Blatt der Keimblase durch quere Spaltung der Zellen in zwei Blätter zerlegt, was man Abblätterung, Delamination nennt. Dies gäbe, später wieder bei den zwei Unter- oder Secundärblättern wiederholt, gewiß eine sehr einfache und summarische Lösung. Es würde aber auch eine (thatsächlich öfter beobachtete) partielle Abblätterung, wir meinen die Ablösung einiger Zellen, zum Ziele führen.

Alle diese Vorgänge setzen zunächst, wie man bald einsieht, Eins voraus, nämlich ein Wachsthum resp. eine demselben folgende Theilung und Vermehrung der Zellen, Erscheinungen, die übrigens schon an der Keimblase und überhaupt während der gesammten Vorentwicklung stattfinden.

Stellen wir uns nun einmal vor: 1) daß die Keimblase, wie das Regel, von einer unnachgiebigen Hülle d. i. von einer dicken Eihaut umgeben sei, und 2) daß sich ihre Zellen aus was immer für einem Grunde nur der Länge nach d. i. in der Richtung des Keimblasen-Radius theilten und die Zellvermehrung also in einer Flächenerweiterung zum Ausdruck käme, was würden dann diese besonderen Bedingungen oder Zustände für ein Ergebniß liefern? Offenbar müßte es an der beständig an Fläche wachsenden Keimblase endlich zu einer Faltung beziehungsweise zu einer Einstülpung kommen, eine Erscheinung oder Gestaltveränderung, die man auch faktisch an fast allen flächenhaften Geweben und Organen während ihrer Entwicklung wahrnimmt.

Daß also eine einfache Membran, ein Hautrohr oder eine rings geschlossene häutige Kapsel sich einstülpt, sich nach innen faltet, ist durchaus nichts Auffallendes.

Die Sache gewänne aber offenbar eine ganz besondere Bedeutung, wenn sich eine solche Einstülpung nur auf eine besondere Stelle der Keim-Membran bezöge und wenn aus dieser einen Einstülpung ein ganz besonderer neuer Keim- oder Körpertheil hervorginge.

Und das ist nun eben, um wieder zu unserm Gegenstand zu kommen, bei der Keimblase der Seewalzen der Fall.

Hier entsteht nämlich in der That (vgl. Fig. 113 B) eine solche Einsenkung oder Invagination, aber 1) nur an einer Stelle und 2), wenn wir so sagen dürfen, zu einem ganz besonderen Zweck und unter ganz eigenthümlichen begleitenden Umständen.

Betreffs des Vorganges selbst sei nur erwähnt, daß die Einstülpungsfläche zuerst breit und etwa schüsselförmig erscheint, daß sich aber, während die Falte sich innerlich mehr und mehr ausdehnt und sich dem übrigen Blasensegment nähert, die Ränder der Einstülpungsöffnung sich wieder sphinkterartig zusammenziehen.

Auf diese Art erhalten wir also einen in die Keimblase eingesenkten Blindsack, der durch eine besondere Oeffnung mit der Außenwelt communicirt.

Würde sich eine von einer rings geschlossenen Schale umgebene Keimblase in dieser Art verändern, so würden wir jedenfalls über die Bedeutung des gewissen Binnensackes sehr im Ungewissen sein; an einer frei lebenden Seewalzen-Blastula aber stellt sich die Sache in einem ganz andern Lichte dar.

Die Keimblase, wurde gesagt, ist diesem Lebewesen ein Organ für Alles, für die Empfindung und Bewegung so gut wie für die Nahrungsaufnahme.

Nahrungsaufnahme? hör' ich den Leser fragen; wie kann denn in eine rings geschlossene Blase etwas aufgenommen werden? Und er hat Recht; wir hätten, da von einem Thier d. i. von einem die Nahrung gewöhnlich verschlingenden und in sich aufspeichernden Wesen die Rede ist, nicht Aufnahme, sondern Aufsaugung sagen sollen.

Wenn der Leser aber faktisch in der direkten Einführung der Nahrung in's Innere des Körpers eine specifisch thierische Einrichtung erblickt, dann kann ihm die Bedeutung der sackartigen Blaseneinstülpung auch nicht länger mehr unklar bleiben. Sie bietet sich doch von selbst als Magen oder Darm, überhaupt als Proviantbehältniß, und die gewisse Oeffnung als Mund dar.

Und unsere Blastula erlaubt sich auch in der That vom

Binnensack diesen Gebrauch zu machen und wird dadurch eben zu einem wahren Sack- oder Hohlthier.

Man staunt in der That über die Einfachheit der beschriebenen Körperveränderung, wenn man näher erwägt, daß damit in der Bildung des künftigen Organismus ein sehr bedeutender Schritt vorwärts gethan ist.

Hauptsächlich handelt es sich dabei um folgende drei Sonderungen oder Differenzirungen. 1) Um eine räumliche. Früher war nur ein Aeußeres vorhanden, jetzt ist daraus ein Aeußeres und ein Inneres geworden, das wir zur Unterscheidung von der räumlich noch indifferenten Keimhaut (Blastoderm) als Außen- und Innenblatt oder als Exo- und Endoderm bezeichnen.

Es handelt sich dann 2) um eine Sonderung der Struktur, der Gewebe. Die Zellen des Blastoderms sind ursprünglich alle gleich; sobald aber die Einstülpung beginnt, nehmen die Elemente des Endoderms und im weiteren Verlauf auch die des Exoderms (wenn auch in geringerem Grade) eine andere Beschaffenheit an. Letztere bleiben Deck-, Empfindungs- und Bewegungs- d. h. also animale Zellen, erstere werden Verdauungszellen oder vegetative Elementarorgane, und damit ist denn auch die 3., die physiologische Differenzirung oder Arbeitstheilung, von selbst ausgesprochen.

Dieses, wie wir eben sahen, schon hoch differenzirte Keimstadium, das Haeckel „Gastrula", d. i. Magen- oder Sackthier, taufte, ist es nun eben, das wegen seiner weiten Verbreitung in fast allen Stämmen des Thierreiches, auf jene Gemeinsamkeit des Ursprungs hinweist, welche wir schon früher, bei der Blastula, ahnen durften. —

Unser Hauptthema ist bekanntlich — wenn wir es wiederholen dürfen — der Nachweis, wie aus der einschichtigen Keimblase ein vierschichtiger Embryo entsteht.

Zwei dieser verlangten Schichten wurden, für die Seewalze, bereits abgeleitet, nämlich das aus gleichartigen Pflaster- oder Epithelzellen bestehende Hautblatt (Exoderm) und dann das im Ganzen ähnlich construirte Darmdrüsenblatt (Endoderm), wobei wir, wie auch richtig, bezüglich des letzteren d. i. des eingestülpten Blastoderms, annehmen, daß es wirklich dem Epithel des definitiven Darms entspricht. Demnach fehlt noch 1) die Muskel- oder Bewegungsschichte für die Haut, das Hautfaserblatt, und 2) das die Contractionen des Verdauungsrohres vermittelnde Darmfaserblatt.

Die einfachste Ableitung dieser Schichten geschähe nun offenbar durch Spaltung der zwei Hauptblätter — bei den Seewalzen aber gehen nach Selenka alle beide aus dem innern Hauptblatt, dem Endoderm, hervor, und zwar zunächst auf die Weise, daß sich, wie Fig. 113 B andeutet, von besonderen Wucherungen des Binnensackes einzelne Zellen ablösen und in's Innere der zwischen Exo- und Endoderm befindlichen Furchungshöhle gerathen. Letztere sind sonach wahre Zwischen- oder Mittelzellen und wird ihre Gesammtheit daher auch ganz passend als Mittelkeim oder Mesoderm bezeichnet.

Diese Mittelzellen rufen uns wieder Früheres in's Gedächtniß. Sie gleichen nämlich ganz und gar den gewissen Amöboid- oder Sternzellen, die wir (gleichfalls in der Furchungshöhle) bei den Insekten fanden, dort aber schon zu einer Zeit, bevor etwas dem Endoderm Vergleichbares vorhanden ist.

Aber nicht bloß im äußern Aussehen, auch in dem bedeutungsvollen Umstand stimmen diese Binnenzellen überein, daß sie gleichfalls und zwar in sichtlicher Weise den noch unverbrauchten Dotter aufzehren und in Folge dessen sich außerordentlich rasch vermehren und an Zahl zunehmen.

So regellos nun anfangs alle diese „Wanderzellen" durcheinanderliegen, so außerordentlich bestimmt ist deren spätere

Aufstellung, welche sie nach kurzer Ungebundenheit und Freizügigkeit einnehmen. Die ganze Bande trennt sich nämlich im wahrsten Sinn des Wortes in zwei Lager, was auf Fig. 113 C zu sehen. Die einen associiren sich dem Hautblatt (hfB), die anderen dem Darmblatt (dfB). Dies nennt man nun auf gut Embryologisch die „Spaltung des Mesoderms“ und der dadurch gebildete Zwischenraum ist nichts Anderes als die Leibeshöhle.

Wir bemerken, um uns Wiederholungen zu ersparen, gleich jetzt, daß die ehemaligen „Wanderzellen“ in ihrer neuen Stellung ihre frühere selbständige Natur z. Th. aufgeben und in den Dienst des Gesammtorganismus tretend, in die bekannten Fleischfasern sich umwandeln.

Nur Eins erinnert noch an den ehemaligen Zustand, nämlich die Fähigkeit der spontanen Zusammenziehung, die aber jetzt ihre ausschließliche Aufgabe.

Alles in Allem genommen werden wir nun sagen, daß die rein technische Herstellung der vier definitiven Keim- oder Gewebsblätter der Seewalze theils auf Einstülpung der Keimhaut, theils auf Abblätterung oder Spaltung des Innen- resp. des seinerseits wieder von letzterem abgetrennten Mittelkeimes beruht.

Im Schema: Blastoderm, Blastula (ursprüngliches Keimblatt)

Exoderm Endoderm im w. S.
(1. Hautblatt) Gastrula

Mesoderm (2. Darmdrüsenblatt)

(3. Hautfaserblatt) (4. Darmfaserblatt)

Nun, wie ist es bei den Insekten?

Insofern es sich auch hier theils um eine Einstülpung der Keimblase, theils um eine secundäre Abblätterung und Spaltung handelt, darf man sagen, ebenso.

Indeß ist schon gleich von vornherein ein großer Unterschied hervorzuheben.

Bei der Seewalze entspricht der Umfang der Keimblase auch dem Umfang des Embryo, ja sie ist eigentlich der Embryo selbst schon, indem die Wand der Keimblase zugleich die Leibeswand des embryonalen Thieres darstellt.

Ganz anders verhält sich's, ähnlich wie bei Wirbelthieren, mit der Insektenkeimblase, die, so möchten wir sagen, wegen des großen Nahrungs- oder Futterballens, den sie umschließt, im Verhältniß zu den Dimensionen des zu bildenden Embryo zu weitläufig angelegt ist. Die Keimblase ist also nicht, wie bei vielen andern Thieren, der Embryo selbst, sie ist nur ein provisorisches Gebilde. Damit soll gesagt sein, daß der embryonale Körper in räumlicher Beziehung nicht aus der ganzen Keimblase entsteht, sondern nur aus einem relativ kleinen Segment derselben, welches Segment wir, um seine Bestimmung ganz unzweideutig auszudrücken, nicht wie gewöhnlich als Keim-, sondern, gelegentlich wenigstens, direkt als Embryonalsegment bezeichnen werden.

Betrachtet man ein möglichst dünnschaliges und frisch gelegtes Insektenei, z. B. das einer Ameise, unter dem Mikroskop bei durchfallendem Licht, so sieht man zunächst, wenn man auf die Oberfläche einstellt, nur den Dotter.

Bei länger fortgesetzter Beobachtung bemerkt man dann, daß sich das Gesichtsfeld etwas trübt, was von einem inzwischen gebildeten dünnen Häutlein herrührt, das nichts Anderes als die Keimhaut ist. Anfangs sieht man aber noch überall den Dotter durchschimmern. Setzt man aber die Beobachtung,

nöthigenfalls auch bei Nacht, noch länger fort, so gewahrt man früher oder später an einer bestimmten Stelle der Keimhaut einen anfangs ganz kleinen, aber sich rasch ausbreitenden dunkeln Fleck, eine Erscheinung, die offenbar von einer localen Verdickung besagter Keimhaut herrühren muß.

Daß dem wirklich so sei, kann man bei größeren Eiern, z. B. jenen der Werre, auch schon mit freiem Auge erkennen, wenn man vorsichtig die Eischale entfernt. Man sieht dann ein einem dünnen Schleier ähnliches Häutlein und darin, wie eingeschaltet, ein massives weißes Stück von schild- oder streifenartiger Form. Ersteres ist die Keimblase, letzteres der Embryonal- oder Keimstreif, d. i. die früher erwähnte verdickte Stelle der Keimblase.

Ein ähnliches Bild zeigt uns auch Fig. 114 A, das

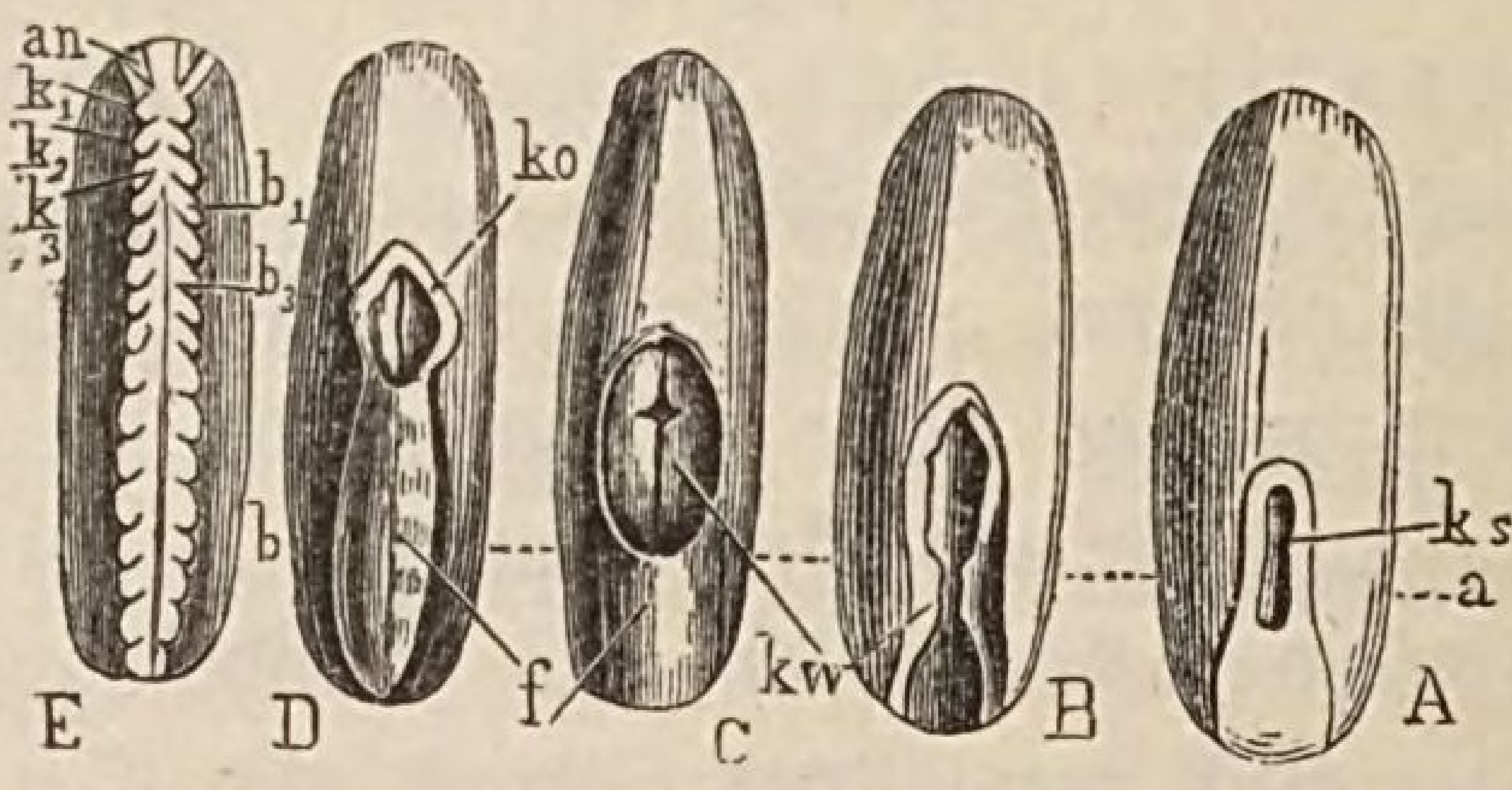


Fig. 114.
Zur Embryonalentwicklung des Schwimmkäfers (Hydrophilus) nach Kowalewski.
A—E Ei von der Bauchseite.

von Kowalewski genauer studirte Ei eines Schwimmkäfers (Hydrophilus), wobei man in der zungenartigen Anschwellung am Hinterende (ks) den Keimstreif erkennen wird.

Die Grenzen dieses auch für die übrigen Gliederthiere typischen Keimstreifs bezeichnen nun genau den jeweiligen Umriß des künftigen Thieres, wobei wir noch bemerken, daß diese erste Grundlage der Bauchseite

desselben entspricht, daß also eine Orientirung darüber, was, in Bezug auf das Künftige, am Ei oben oder unten ist, strenge genommen erst nach erfolgter Differenzirung dieser Embryonalanlage möglich ist.

Die reihenweise Vergleichung der Figuren A, B, C, D, E und F lehrt uns dann noch, daß sich dieser ventrale oder bauchständige Embryonalstreif zunächst hauptsächlich in die Länge ausdehnt.

Das wäre der erste auffallende Unterschied gegenüber der Seewalzen-Blastula.

Nun zunächst die Frage, wie entsteht oder worauf beruht diese Keimblasenverdickung?

Gegenüber älteren und vielfach sich widersprechenden Annahmen war es auch hier die zuerst von Kowalewski angewandte Schnittmethode, welche eine sichere Lösung derselben ermöglichte.

Das Schema eines solchen Keimblasenquerschnittes (in der Region des Embryonalstreifs) gibt Fig. 115 A. Die Keimhaut besteht noch immer und ringsum aus einer einzigen Schichte von Zellen, und die embryonale Zone derselben, d. i. der Keimstreif (ks) entsteht einfach dadurch, daß die Zellen hier größer resp. höher sind als im übrigen Theile.

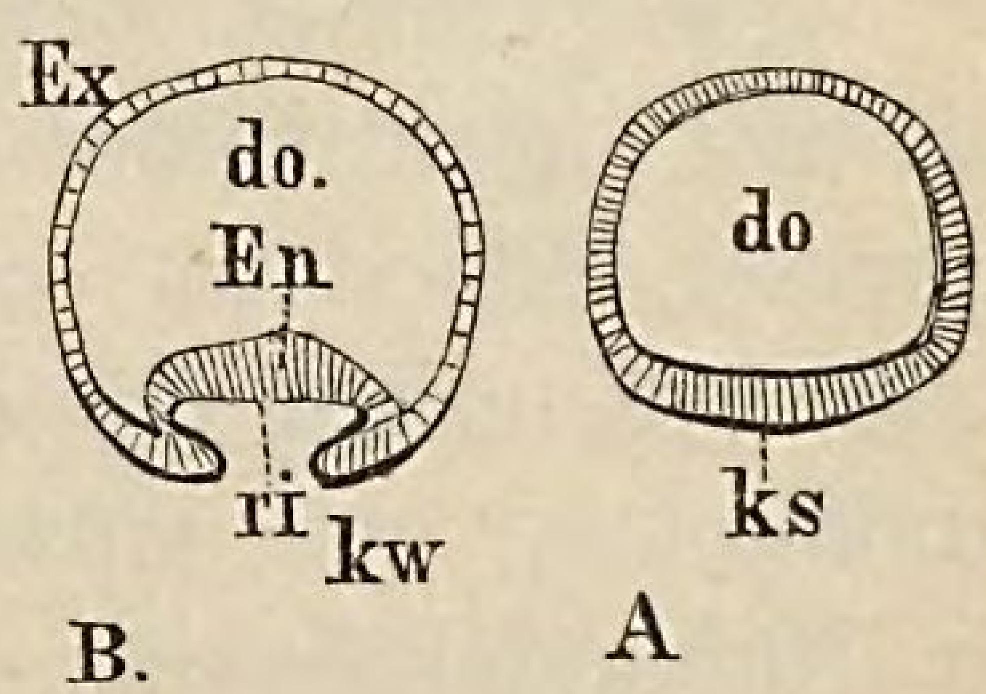


Fig. 115.
Schemata von Keimblasenquerschnitten.

A Erstes Stadium. ks Keimstreif.

B Einstülpungsstadium. Ex Exoderm, En Endoderm, ri Keimrinne, kw Keimwülste, do Nahrungsdotter.

Am vorliegenden Stadium ist der Unterschied zwar noch gering, er verstärkt sich aber 1) dadurch, daß die cylinderförmigen Zellen der Embryonalzone sich noch mehr verlängern, und 2) dadurch, daß gleichzeitig die Elementartheile der übrigen

Zone an Höhe einbüßen. Letzterer Vorgang zeigt uns zugleich, daß dieser übrige Abschnitt nicht zur Leibeswand des Embryo wird — denn sonst würde er ja nicht schwächer werden — daß er vielmehr nur zur Umhüllung des Dotters dient.

Wir unterscheiden demnach ein unteres dickwandiges Keimblasensegment, die Embryonalzone, und ein oberes dünnwandiges, die Hüllzone.

Dieselbe Sonderung und Beschaffenheit der Keimblase findet man nach eigenen Untersuchungen fast bei allen Insekten, auch bei jenen, denen Andere einen mehrschichtigen Keimstreif resp. den Mangel einer Hüllzone zuschreiben. — Die ganze jetzt betrachtete Differenzirung der Keimblase beruht, wie wir sahen, auf einem ungleichen Wachsthum derselben, insofern die Keimzone mehr neues Bildungsmaterial aus dem Dotter aufnimmt als das Hüllsegment. Dieses überwiegende Wachsthum des Keimstreifs kommt nun aber nicht allein in der Vergrößerung resp. Verlängerung seiner Zellen zum Ausdruck, sondern auch in einer Vermehrung derselben und in Folge dessen in einer Vergrößerung der Keimstreiffläche.

Die Flächenausdehnung einer zelligen Platte führt aber, wie wir schon früher gehört, unter gewissen Bedingungen (äußerer Widerstand, ungleiche Spannung in Folge verschiedener Dicke u. s. w.) zu einer Faltung beziehungsweise zu einer Einstülpung, und falls dies auch hier geschähe, wäre damit ein Anknüpfungspunkt mit der sich invaginirenden Keimblase der Seewalzen gegeben.

Daß nun auch thatsächlich an der embryonalen Hemisphäre der Insektenkeimblase eine Einstülpung, oder Faltung nach innen stattfindet, das wußten schon die älteren Untersucher, nur war man über die Bedeutung und das schließliche Ergebniß dieser Invagination bis auf Kowalewski völlig im Unklaren.

Setzen wir die oben begonnene continuirliche Beobachtung eines durchsichtigen Insekteneies, z. B. des Schwimmkäfers, fort, so sehen wir, daß sich der Keimstreif bald nach seinem ersten Auftreten an einer Stelle einsenkt, und daß dann dieser anfangs meist napfartige Eindruck sich längs der Mitte des Keimstreifs in eine denselben halbirende Furche (Fig. 116 A ks), die sog. Keimfurche, ausdehnt.

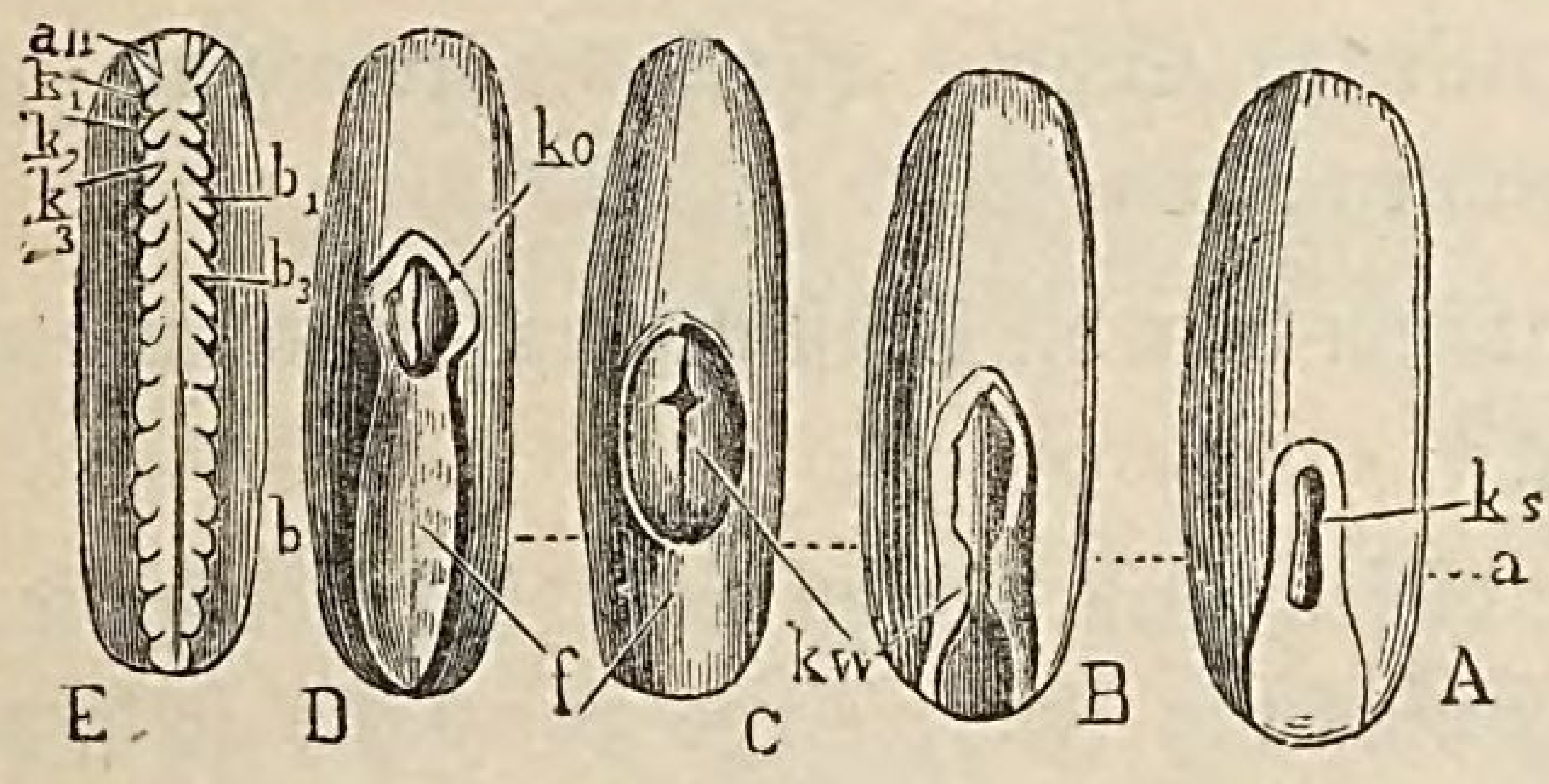


Fig. 116.
A Schildförmiger Primitiv- oder Embryonalstreifen mit der Primitivrinne.
B Wachsthum und gegenseitige Annäherung der beiden Keimwülste kw.

Gleichzeitig mit dieser Einsenkung des medianen Theils erheben sich aber auch die Seitenränder in Gestalt zweier die Keimfurche überragender und allmälig einengender (Keim-) Wülste (Fig. 116 B kw).

Das Wechselverhältniß zwischen dieser Furche und ihren Rändern stellt sich wieder an einem Querschnitt (Fig. 117 B) am klarsten dar.

Hier erkennt man mit Einem Blick, daß es sich um eine doppelte Faltung handelt, um eine Einstülpung (En), die Keimfurche (ri), und dann um eine Ausstülpung der beiden Ränder, die Keimwülste (kw).

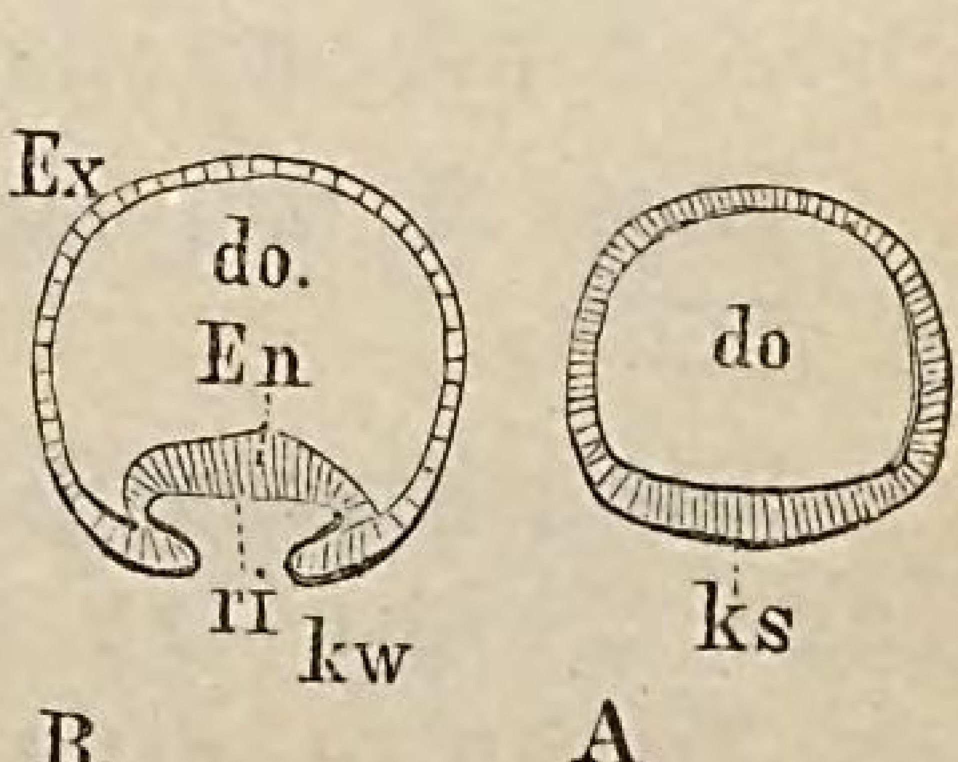


Fig. 117.

Nun, fragen wir den Leser, ist die Insektenkeimblase auf diesem Stadium nicht eine wahre Gastrula zu nennen?

Daß sich die Keimblase wirklich in einem eingestülpten Zustand befindet, wird wohl Niemand läugnen, man wird aber, ganz abgesehen von der länglichen Form dieser Falte, ihre Tiefenausdehnung für zu gering halten, um einen solchen Vergleich mit dem Binnensack der Seewalze zu wagen.

Er blicke aber jetzt gefälligst auf Fig. 119 A, einem nur wenig schematisirten Schnitt durch die Keimblase der von uns selbst untersuchten Lina-Eier.

Erscheint ihm hier die Einstülpung (ga) auch noch zu wenig gastrula-artig?

Nun, in diesem Fall, hoffen wir, dürfte doch die in Fig. 118 dargestellte Einsackung (ga*) eines ebenfalls selbstgeschnittenen Fliegeneies Genüge thun.

Indessen thut es uns leid, die eben geweckte Hoffnung auf einen direkten Anschluß an eine typische Gastrula auch sofort wieder zerstören zu müssen.

Unter einer typischen Gastrula verstehen wir nach der früheren Darstellung eine solche, deren Binnensack auch noch beim fertigen Thiere einen Theil des Verdauungshohlraumes oder des Darmes ausmacht, bei der also, kurz gesagt, die erste Einstülpung direkt zur Bildung eines bleibenden Hohlorganes führt.

Dies ist nun aber bei den Insekten nie und nimmer der Fall.

Die mit einer Zellwucherung verbundene Versenkung eines Abschnitts der Keimblase führt hier nicht zur Bildung eines bleibenden Hohlorgans, sie ist, hinsichtlich ihres endlichen Ergebnisses, nur das Mittel, um einen Theil der äußeren Keimzellen zur Her-

stellung gewisser Binnengewebe in das Innere der Blase einzuführen.

Zur Erläuterung des Gesagten vergleiche man zunächst Fig. 114 B mit C. In B ist die Keimfurche nur in der Mitte etwas eingeschnürt, vorne und hinten noch weit offen. In C hingegen sieht man äußerlich nur mehr einen engen Spalt, und daraus wird der Leser schließen, und hat man auch schon

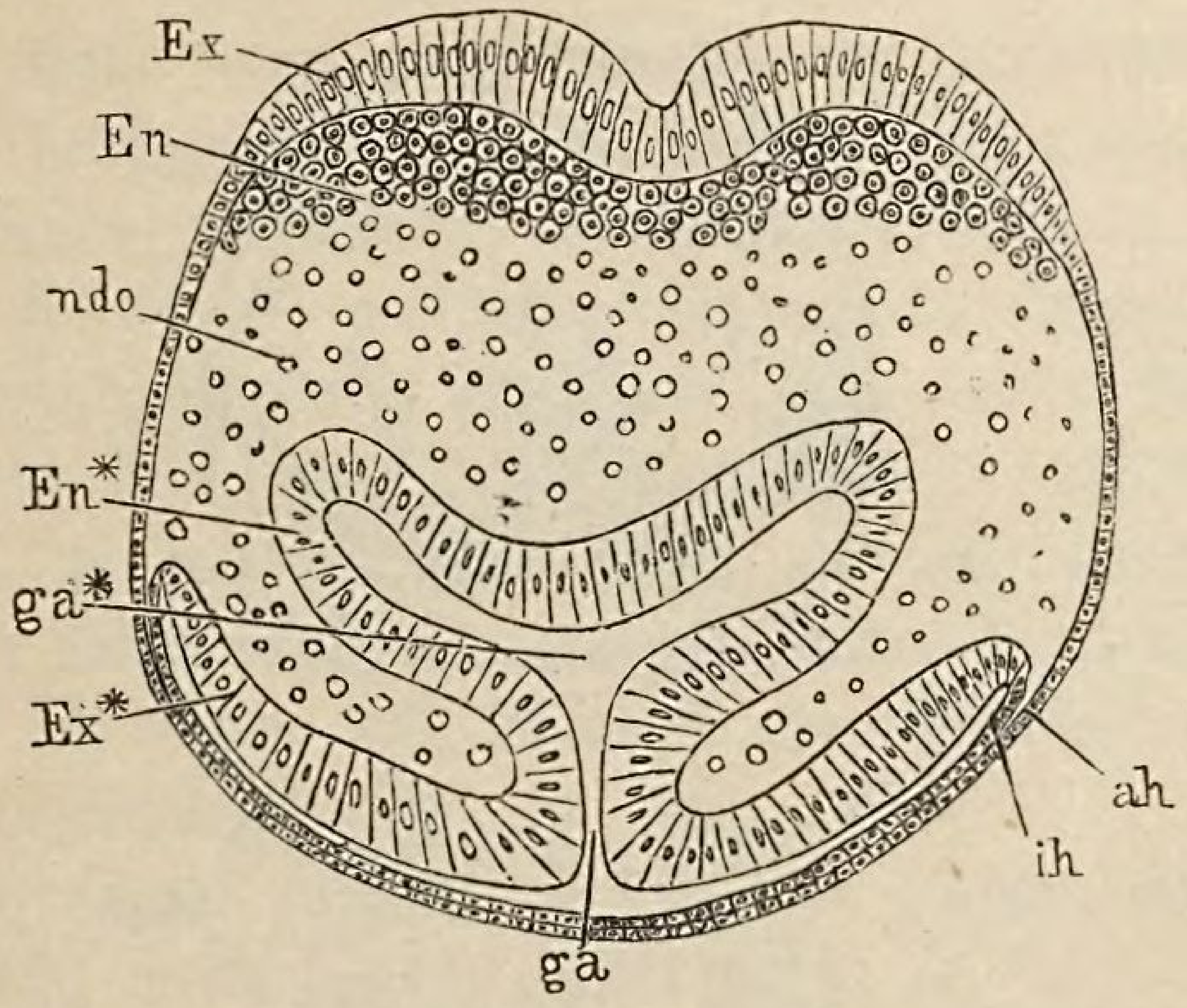


Fig. 118.
Querschnitt durch die Mitte eines (etwa 7 Stunden alten) Fliegeneies (Musca vomitoria L.)
Ex und En Exoderm und Entoderm (i. w. S.) des auf den Rücken umgebogenen Keimstreifendes, Ex* Exoderm des Keimstreifs, En* gastrula-artige Einstülpung der Keimblase, ga Einstülpungsöffnung (im Verschluß begriffen), ah äußere, ih innere (ventrale) Embryonalhülle, ndo Dotter. Vergr. 200/1. (Original.)

früher geschlossen, daß sich die „Keimfurche" in ein „Keimrohr" verwandelt.

Dieser Zustand der Verlöthung der Einstülpungsöffnung stellt auch unser Querschnitt Fig. 118 dar, wo man bei ga nur noch eine enge Ritze sieht.

Die Verstopfung des „Urmundes" allein würde indeß noch keineswegs der Gastrula ein Ende machen, wenn sich

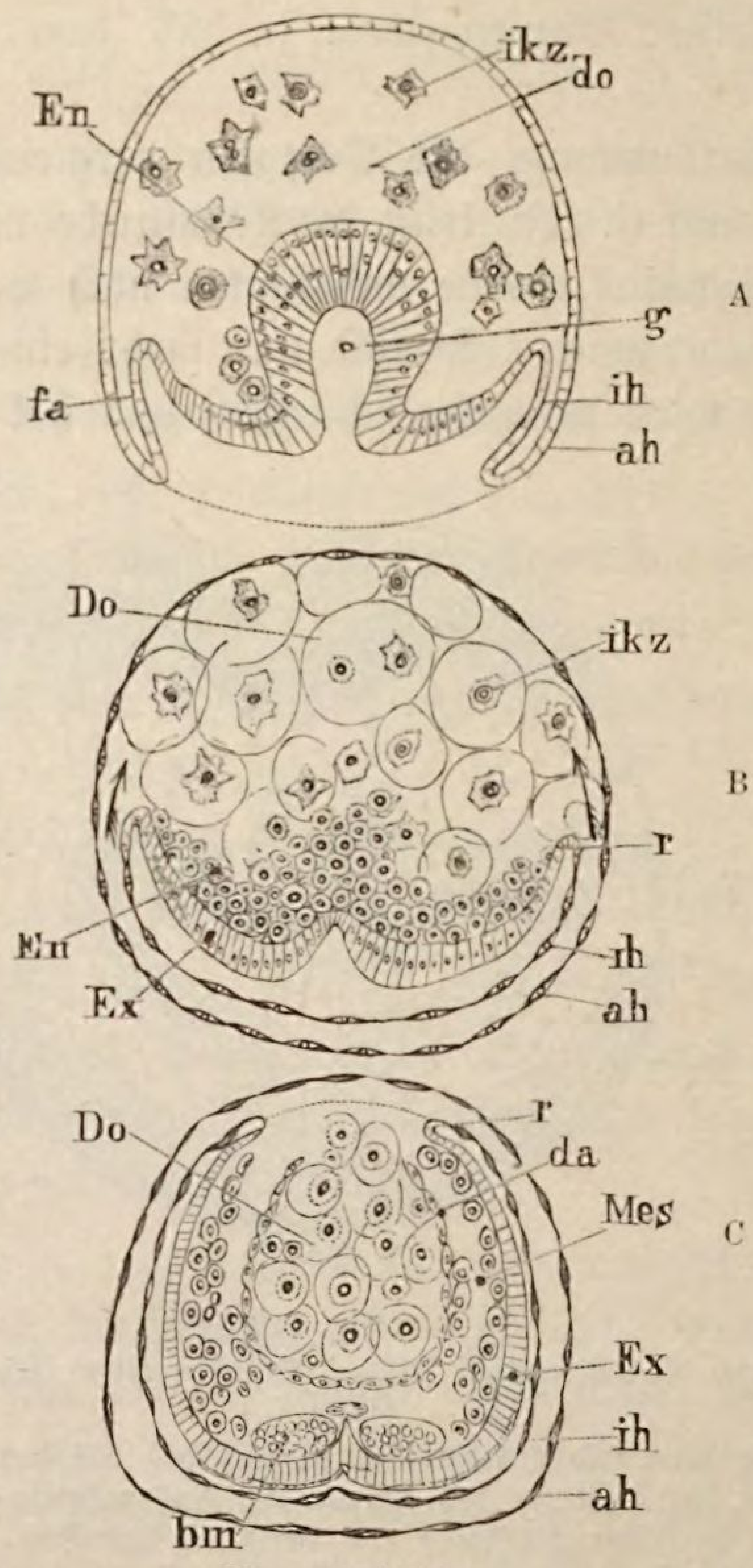


Fig. 119 A B C.

Querschnitte durch die Keimblase von Lina zur Erläuterung der Faltungs- und anderer Bildungsvorgänge.

A En sich einstülpende mittlere Keimstreifzone („Gastrula"-Stadium), fa Falten der Hüllzone im Umfang des Keimstreifs, ah äußeres, ih inneres Blatt derselben, do Dotter, ikz innere Keim- oder Dotterzellen.

B Nach erfolgter Abschnürung und Auflösung der obigen Einstülpung und Vereinigung der Bauchfalten. En das daraus entstandene Endoderm (hier aber Muskelblatt), Ex Exoderm, ah äußere, ih innere Faltenhülle, Do in Ballen geformter Nahrungsdotter, ikz Zellen derselben.

C Ausbreitung der Leibeswand (Ex) und der Innenhülle (ih) nach oben (bis r), Mes Mesoderm, da Mitteldarm-Epithel (Cöloblast), Do Dotter, bm Bauchmark, ah, ih Außen- und Innenhülle.

im weiteren Verlauf das Keimrohr unter völliger Abschnürung von der äußern Keimhaut zu einem Darmrohr qualificiren würde.

Wie aber schon bemerkt, geschieht dies ganz und gar nicht; das Rohr löst sich vielmehr vollständig auf, und es bleibt davon nichts übrig, als was man an unserem Schnitt (Fig. 118) oben bei En* sieht, nämlich ein Haufen rundlicher Nacktzellen.

Nun wolle man aber zunächst mit Zuhilfenahme der Fig. 119 B beachten, daß jetzt die Keimzone aus zwei verschiedenen Zellenlagern besteht, die wir wieder, aber lediglich mit Rücksicht auf ihre Lage, als äußere (Ex) und innere Keimschichte (En) bezeichnen. Die äußere Keimschichte ist, wie man sieht, im Wesentlichen dasselbe einschichtige Epithel, wie vor der Einstülpung, und da dasselbe faktisch der äußern Leibes- resp. Bauchwandung des künftigen Thieres entspricht, so dürfen wir es auch ohne Weiteres als echtes Exoderm bezeichnen.

Die Frage ist nun, was aus der zweiten oder innern Schichte (En) wird.

Setzen wir einmal den für die Seewalzen-Gastrula zutreffenden Fall, daß nämlich die Zellen dieser Innenschichte die einzigen Formelemente innerhalb der Keimblase (Exoderm) wären, dann wäre deren Bestimmung bald errathen, sie bildeten einfach den gemeinsamen Ur-Keim für das Faser- und Darmblatt.

Dies ist nun auch thatsächlich die bisherige Auffassung, welche speziell durch Kowalevski ihre nähere Begründung erhielt.

Gehen wir zunächst, aber nur ganz kurz, auf die weiteren Veränderungen der fraglichen Schichte ein.

Aus Fig. 119 B ersieht der Leser, daß das innere „Blatt" (En) kurz nach seiner Lostrennung vom äußern eine

hügelartige gegen die Seitenränder des Keimstreifs sich verflachende Zellmasse bildet. Die betreffenden Zellen verschieben sich aber bald in der Weise, daß dieselben vorwiegend an den Seiten (Fig. 120 lh) angehäuft erscheinen.

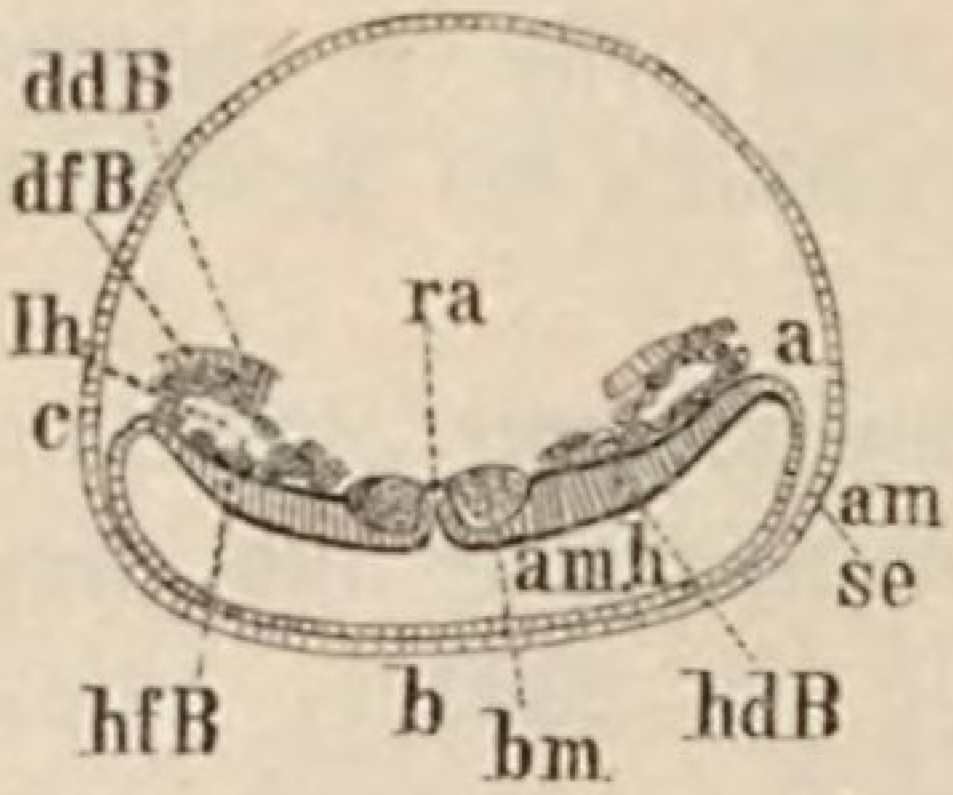


Fig. 120.



Fig. 121.

Querschnitt-Schemata von Hydrophilus-Keimen (nach Kow.).

120. c ra a Keimstreif, c b a ventrale Hüllen (am innere, se äußere), amh sog. Amnionhöhle, bm Bauchmark, ddB Darmdrüsenblatt-Anlage, dfB Darmfaser-, hfB Hautfaserblatt, dazwischen die Anlage der Leibeshöhle (lh).

121. dB weiter entwickeltes Darmdrüsenblatt, lh Leibeshöhle unterhalb des rinnenförmigen Darmes. Im Uebrigen die frühere Bezeichnung.

Diese seitlichen Zellstränge sind nun in erster Linie die Anlagen für das Zwischengewebe und speciell für das Darm- und Hautfaserblatt.

Soweit stimmen Kowalewski's resp. auch Hatschek's Angaben vollkommen mit den eigenen Befunden überein. Letztere Forscher gehen aber noch weiter, indem sie behaupten, daß über dem Darmfaserblatte und aus demselben Material auch das Darmdrüsenblatt entstünde und zwar zunächst in Gestalt je eines in unserer Figur 120 als quergestreiftes Band (ddB) dargestellten Epithelstreifens. Diese beiden Seitenstreifen sollten dann, vom Rande her, gegen die Mitte zusammenwachsen, und auf diese Art käme die der offenen Darmanlage der Wirbelthiere ähnliche, den Dotter von unten her umfassende Rinne (Fig. 121 dB) zum Vorschein, welche

Rinne sich dann später zu einem completen Rohr oder Schlauch vervollständigen würde.

Dieser Darmbildungshypothese gegenüber müssen wir nun den Leser vor Allem darauf aufmerksam machen, daß die obige Voraussetzung, nach welcher sämmtliche für den innern Aufbau des Embryo disponibeln Bildungselemente ausschließlich in der fraglichen Innenschichte zu suchen wären, nach unsern neuesten Untersuchungen durchaus nicht der Wirklichkeit entspricht.

Wir dürfen nämlich nicht jener sehr zahlreichen Zellen vergessen, die bei der Formung der Keimhautblase (Fig. 110 C) und zwar als Rückstände der ersten Embryonalzellen im Innern des Dotters zurückgeblieben sind und welche auch noch später und zur Zeit der Blastoderm-Invagination darin vorkommen, ja sich sogar noch durch Theilung vermehren.

Nun, um es kurz zu sagen, diese ursprünglichsten, diese primären Binnenzellen sind es eben, welche das Darmepithel oder das Coeloderm bilden, während die von der eingestülpten Keimhaut abstammenden Elemente nichts anderes als das Zwischengewebe, das Meso- oder Enteroderm liefern *).

Was aber die Art und Weise betrifft, wie die im Dotter allerorts zerstreuten Zellen sich zu einer denselben allseitig umfassenden Schichte zusammenfügen, so haben wir es da

*) Bobretzky läßt die zuerst von ihm bei der Mauerassel nachgewiesenen Dotter-Darmzellen durch Auswanderung vom eingestülpten Blastodermtheile aus entstehen. Nach gewissen Schnitten bei Lina, beim Lindenschwärmer u. A. zu urtheilen, könnte diese Erklärung z. Th. auch für die Insekten begründet werden — wenn es nicht unwahrscheinlich wäre, daß die eigentlichen Darmzellen von einer doppelten Quelle herstammen.

mit einem ganz analogen Vorgang wie bei der Bildung der Keimhautblase zu thun, kennen aber leider noch nicht die Kräfte, welche eine solche centrifugale Bewegung der betreffenden Zellen auslösen. —

Hier ist noch eine eigenthümliche und meist in die Zeit der Keimstreifbildung fallende Erscheinung am Nahrungsdotter zu erwähnen. Sie besteht darin, daß sich derselbe bei vielen Insekten sowie auch bei andern Gliederthieren in große ballenartige Stücke sondert (Fig. 119 Do). Diese bald früher, bald später auftretende räumliche Sonderung hat man als secundäre Furchung oder Segmentirung bezeichnet. Indessen entstehen, wie wir bei Lina und anderwärts beobachteten, diese Dotterballen ganz und gar nicht durch eine einer totalen Furchung ähnliche Zerklüftung der ganzen Dotterkugel, sondern es bilden sich zunächst und zwar um je eine Wanderzelle inselartige Klumpen mitten im noch ungeformten Dotter und erst nach und nach dehnt sich diese, wie es scheint, eben durch diese Zellen veranlaßte, Sonderung auf die ganze Masse aus. Statt einer einheitlichen Dottermasse mit vielen eingesprengten Zellen haben wir dann eine Vielheit kleinerer Dottermassen mit meist je einer Zelle. Der Vorgang läuft mit andern Worten auf eine Theilung der Ernährungsterritorien der einzelnen Wanderzellen hinaus.

Ebenso schön als lehrreich ist das Bild der mit Picrokarmin gefärbten Durchschnitte dieser Kugeln. Im Centrum liegt ein rother Kreisfleck, d. i. der Kern der Wanderzelle Ringsum zieht sich ein weißer Strahlenhof, d. i. der Leib der Zelle, während die Hauptmasse der Kugel, der gelb gefärbte Nahrungsdotter, die Peripherie einnimmt.

Im Gegensatz zu Bobretzky, der jede der genannten Zellen mit dem sie beherbergenden Dotterballen zu einem einheitlichen Elementargebilde höherer Ordnung gewissermaßen

zu einem Ei en miniature verschmelzen läßt, müssen wir ausdrücklich betonen, daß diese Zellen zur Zeit der Darmbildung aus ihren Nährballen wieder heraustreten, und daß dann nach vollzogener Sonderung die „Dotterzellen“ und Dotterballen in der Weise angeordnet sind, daß erstere die Wand, letztere den Inhalt des Mitteldarmes bilden.

Bei manchen Insekten (Pyrrhocoris) schwitzen auch die einzelnen Dotterklumpen nach dem Austritt der Zellen eine ziemlich dicke, deutlich doppeltkonturirte Hülle aus, die sich in Karmin roth färbt.

Wenn wir zum Schluß noch mittheilen, daß manche der erwähnten Zellen ihren Beruf verfehlen, d. h. im encystirten Dotter zurückbleiben und dort zu Grunde gehen, so ist dies nur ein neuer Beweis dafür, daß die strenge Gesetzmäßigkeit organischer Bildungen auch hier ihre Grenze findet. —

Bildung der Embryonalhüllen.

Der Leser hat sich überzeugt, daß, wenn man auch im gewöhnlichen Leben statt „Entwicklung“ „Entfaltung“ sagt, dies keine bloße Phrase ist; denn wenn auch, wie wir sahen, nicht alle Entwicklungserscheinungen auf Erweiterung, auf Krümmung und Biegung der flächenhaften Zellcomplexe beruhen, so sind doch immerhin sehr viele Veränderungen auf solche Vorgänge zurückzuführen.

Hauptsächlich war aber bisher nur von Einer Falte nämlich von jener Einstülpung der Keimblase die Rede, aus der bei gewissen Thieren der Darm entsteht, während sie bei den Insekten nur zur Bildung des Zwischengewebes führt.

Die Keimblase der Thiere bildet aber nicht bloß innere, sie erzeugt auch äußere Falten und zwar gelegentlich, so scheint

es wenigstens, zum Schutze, zur Umhüllung des in der Entwicklung begriffenen Embryo.

Von ganz besonderem Interesse sind speciell jene gleichfalls aus Faltungen der Keimblase hervorgegangenen Hüllen, in die wir selbst einmal eingewickelt waren, wir meinen die Embryohüllen des Menschen und der höheren Wirbelthiere. Wer diese Gebilde noch nicht kennt, mag sich in aller Kürze an der Figur 122 B, einem Säuger-Ei, orientiren. Der

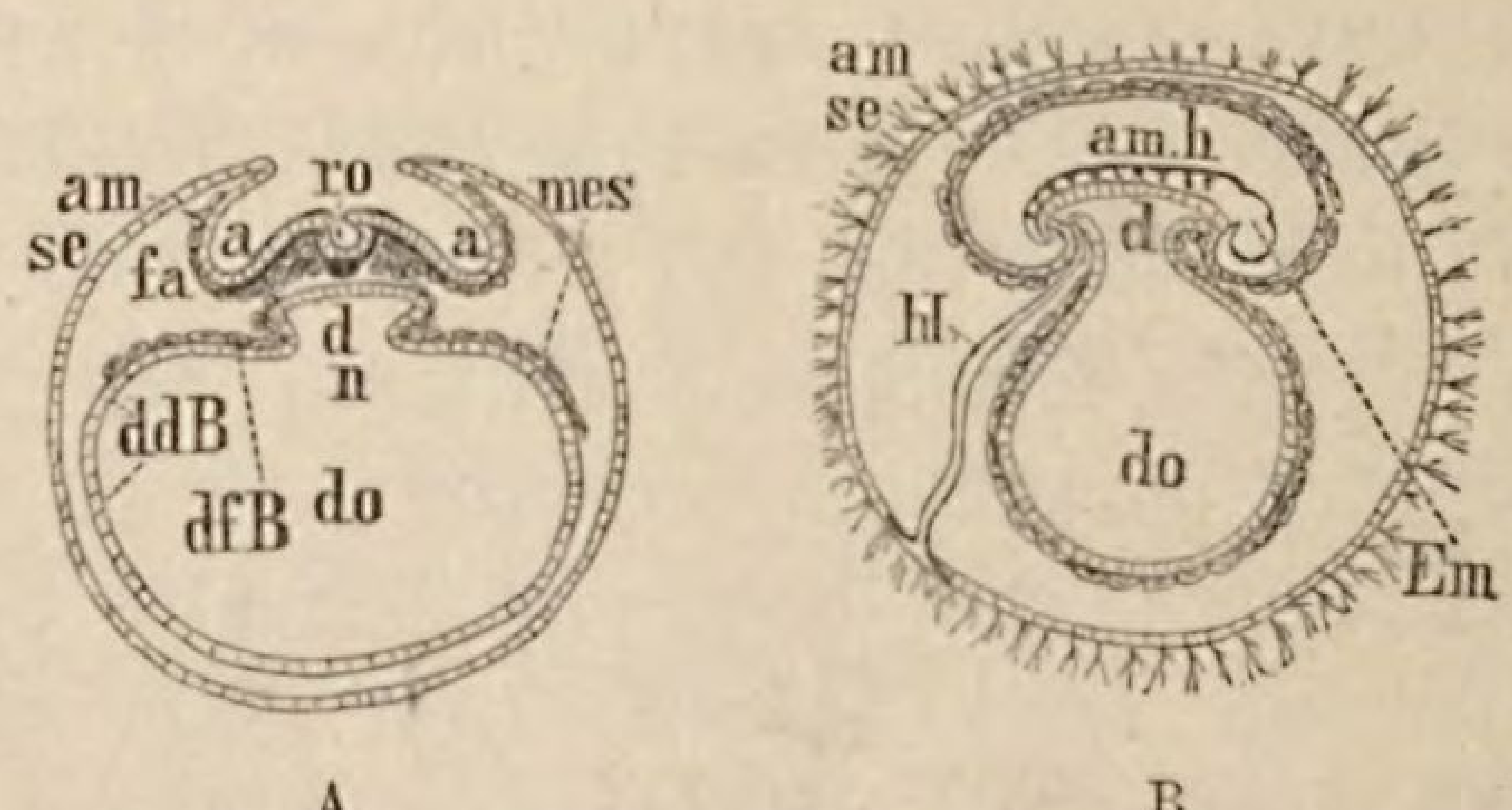


Fig. 122.

A Querschnitt eines Säugethiereies (mit Hinweglassung der Eihaut).
ro rinnenförmige, später zum Markrohr sich schließende Einstülpung des Keimstreifens, darunter (schwarzer Kreisfleck) die Uranlage der Wirbelsäule; d Darmrinne, durch den Nabel n mit dem Dottersack (do) zusammenhängend; fa Falten des äußeren Blattes, am Amnion, se seröse Hülle, mes Mesoderm, an den Seiten sich spaltend in das Haut- und Darmfaserblatt, wovon ersteres auch das Amnion, letzteres den Dottersack auskleidet.

B Nach erfolgter Vereinigung der Amnionfalte.
am innere Hülle (Amnion), se davon losgelöste äußere oder seröse Keimhülle, Em Embryo, d Darm, do Dottersack, bl Blutgefäße, welche den Stoffaustausch zwischen der Frucht und dem Fruchthälter (Placenta) vermitteln.

äußere Kreis se entspricht dem Umfang der Keimblase. Der ursprünglich daran erzeugte Embryo selbst (Em) ist aber nur ein relativ kleiner Körper und liegt jetzt ganz im Innern derselben, und der am noch offenen Darm (d) hängende Anhang (do) ist der „Dottersack“. Außerdem bemerkt man noch eine Blase (am), die sich über dem Rücken des Embryo ausspannt und ganz prall mit einer wässerigen Flüssigkeit erfüllt ist.

Letzteres Säckchen ist nun die bekannte Schafhaut (Amnion), von dem alle höhern sie besitzenden Wirbelthiere den Namen Amnioten haben. Der erstgenannte äußere Kreis (se) ist ist dann eine zweite, für Amnion und Dottersack gemeinsame schleimige Hülle, die sog. „Serosa".

Wie aber das alles so kommt, deute die Nebenfigur (A) an. se ist wieder der Keimblasenumfang, die obere Platte ro die scheibenförmige Rückenanlage des Embryo.

Um diese Embryoanlage oder die „Keimscheibe" haben sich nun, wie man sieht, zwei Falten (fa) der Keimblase erhoben, die, wenn sie über dem Embryo zusammenwachsen, die vorbeschriebene Doppelblase geben.

Zwei ganz ähnlich situirte und gleichfalls durch Faltung der Keimblase entstehende Hüllen besitzen nun merkwürdigerweise auch die Insekten.

Wir sagen „merkwürdigerweise", nicht weil es, zumal vom Standpunkt der natürlichen Zuchtwahl aus, etwas so Besonderes ist, wenn die Keimhaut den Embryo schützende Falten aussendet, sondern deswegen, weil gerade diese echten Faltenhüllen einzig und allein auf die höhern Wirbel- und die höchsten Gliederthiere, d. s. eben die Insekten, beschränkt erscheinen, letztere also in dieser Hinsicht den Säugethieren ähnlicher sind als andere niedere Wirbelthiere, wie etwa die Frösche und Fische, welche keine solchen Umhüllungen besitzen. Da nun, wie auch der eben erwähnte Umstand zeigt, eine nähere Verwandtschaft oder Homologie dieser Hüllgebilde nicht sicher begründet werden kann, so haben wir es hier wieder mit einer jener durch gleichgerichtete Anpassung erzeugten Convergenzen oder Scheingleichheiten zu thun, wie wir solche bei den verschiedensten Organismen und Organen schon öfter antrafen.

Im Uebrigen sei, betreffs des Historischen, noch vorausgeschickt, daß bereits Sukow und Herold Kenntniß von

diesen Insektenhüllen hatten, daß sie aber erst Weismann für ein- und bald darauf Kuppfer für zweischichtige echte Faltenbildungen erkannte, während sie u. A. von Bütschli und Ganin bei manchen Insekten z. Th. (Amnion) geläugnet, z. Th. (Serosa) durch Delamination oder Abblätterung erklärt wurden, wie denn überhaupt, namentlich in Bezug auf deren späteres Verhalten, alle nicht auf Schnitte gegründeten Anschauungen noch gegenwärtig weit aus einander gehen.

Durch den erwähnten Umstand lasse sich aber der Leser nicht abschrecken, sich mit der Sache etwas vertraut zu machen; denn sie ist thatsächlich weit einfacher, als es bei der Lektüre der einschlägigen Literatur der Fall zu sein scheint. —

Der Leser nehme auf nachstehendem Gruppenbilde das erste Schema (123) zur Hand.

Selbes zeigt die Keimblase, sagen wir eines Käfers, auf dem Stadium, wo sie sich bereits in eine (dicke) Keim- (kz) und in eine dünne Hüllzone (hz) gesondert hat.

Wenn wir nun sagen, daß k dem künftigen Kopf- und s dem Schwanztheil des Embryo entspricht, so weiß der Leser auch, daß wir es hier sowie in den übrigen Figuren mit einem Längsschnitt zu thun haben, und bringen wir ihm noch in Erinnerung, daß die Bildung des Embryo von der Bauchseite ausgeht.

Nun vergleiche er ein späteres Stadium (Fig. 124) mit dem frühern. Die Veränderung ist folgende. Fürs erste hat sich der Kopf- und Schwanztheil etwas in die Keimblase hinein-, und fürs zweite haben sich die zunächst liegenden Ränder der (dünnen) Hüllzone herausgestülpt. Demnach haben wir an beiden Enden oder Polen des Keimstreifs zweierlei Falten. Eine negative, welche nach innen geht und einen Theil des Keimstreifs enthält, und eine positive, ausschließlich der Hüllzone angehörige, die sich über den Embryo

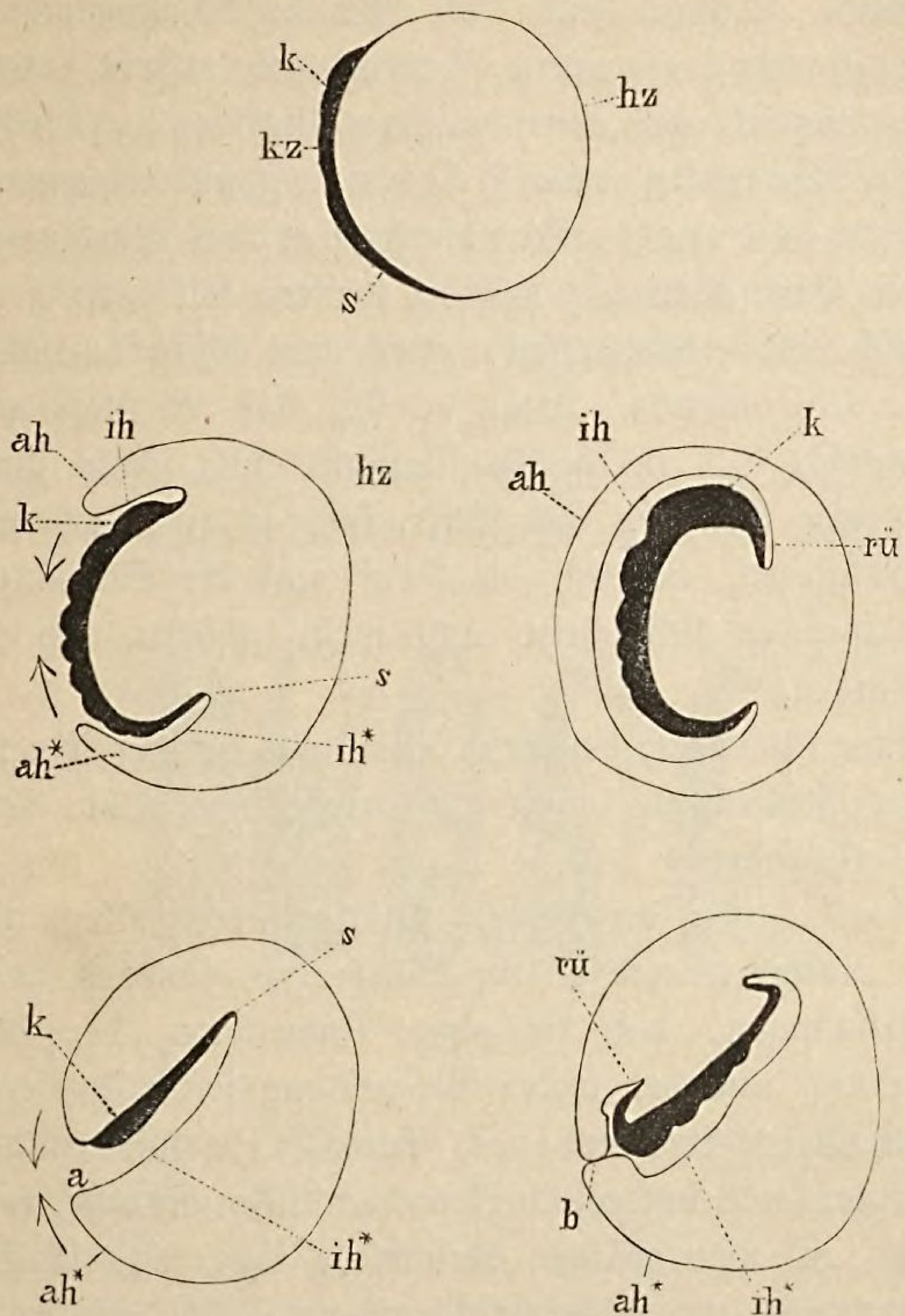


Fig. 123 — 127.

Schemata zur Erläuterung der Keim- und Hüllzonenfaltung an Längsschnitten.

123. Primärstadium. kz Keim-, hz Hüllsegment; k Kopf, s Schwanztheil des Keimstreifs (Embryo).

124 u. 125. Faltung der „Außenkeimer". ah äußeres, ih inneres Faltenblatt am Kopf; ah*, ih* dasselbe am Schwanztheil des Embryo. Die Pfeile in Fig. 124 bezeichnen die Wachsthumsrichtung der Hüllfalten, rü (Fig. 125) auf den Rücken übergreifende innere (dorsale oder negative) Falten.

126 u. 127. Faltung der „Innenkeimer". k Kopf, s Schwanz. Sonstige Bezeichnung die frühere. b (Fig. 127) durch Verwachsung der (kleinen) Kopf- und Schwanzfalte entstandenes Connectiv oder Aufhängeband. (Original.)

herausstülpt. Letztere Falte, die wir ihrer Lage am Bauche wegen die ventrale nennen, besteht, wie erstere, aus zwei Blättern, nämlich aus einem äußern Blatt (ah, ah*), die direkte Fortsetzung der Hüllzone, und einem innern (ih, ih*), die direkte Fortsetzung des Embryo.

Diese Veränderung sowie die weitere soll der Leser aber wo möglich selbst beobachten, etwa am völlig durchsichtigen Ei einer Chironomus. Legt er sich das Ei nach unserer Figur zurecht, d. i. in die Profilansicht, und schaut ununterbrochen einige Stunden ins Mikroskop, so sieht er, wie die beiden Hüllfalten, nämlich die Kopf- und die Schwanzduplicaturen einander sich mehr und mehr nähern und endlich sich vereinigen.

Anfangs wird sich der Leser allerdings bei der ihm recommandirten Beobachtung nicht gut zurechtfinden und dies aus folgenden Gründen.

Erstens liegen die beiden Blätter der Falten nicht so weit aus einander, wie es im Schema ist, sondern z. Th. so knapp beisammen, daß sie ohne Anwendung der stärksten Vergrößerung und der besten Beleuchtung selbst Fachleute für eine Schichte hielten und noch halten. Zweitens sind dann diese Blätter, wie begreiflich, keine einfachen Striche, sondern, da sie ja aus der zelligen Keimblase stammen, Epithelien, zusammengefügt aus flachlinsenförmigen Zellen, machen daher auch an der Seitenansicht den Eindruck eines von Stelle zu Stelle knotig verdickten Bandes, wobei sie zuweilen, wenn die Verdickungen alterniren, eine einheitliche Schichte vortäuschen.

Am deutlichsten erkennt man das Gefüge dieser Blätter selbstverständlich wieder an Schnitten und zwar wollen wir zur Abwechslung einen Querschnitt (Fig. 119 A S. 404) nehmen.

Der Leser wird sofort in den beiden taschenförmigen Anhängen fa, ah die gewissen Falten erkennen, und der

Umstand, daß solche nicht bloß am Längs-, sondern, wie hier, auch am Querschnitt vorkommen, lehrt ihn zugleich, daß sich diese Ausstülpungen der Hüllzone nicht bloß auf den Kopf- und Schwanztheil, sondern auch auf die Seiten erstrecken, daß wir es also eigentlich weder mit zwei Längs- noch mit zwei Querfalten, sondern mit einer einzigen, freilich bald hier, bald dort rascher fortschreitenden Ringfalte zu thun haben.

Nun wird man, zumal mit Hilfe eines aus Thon oder Wachs leicht herzustellenden Modells, auch die Bilder C D in

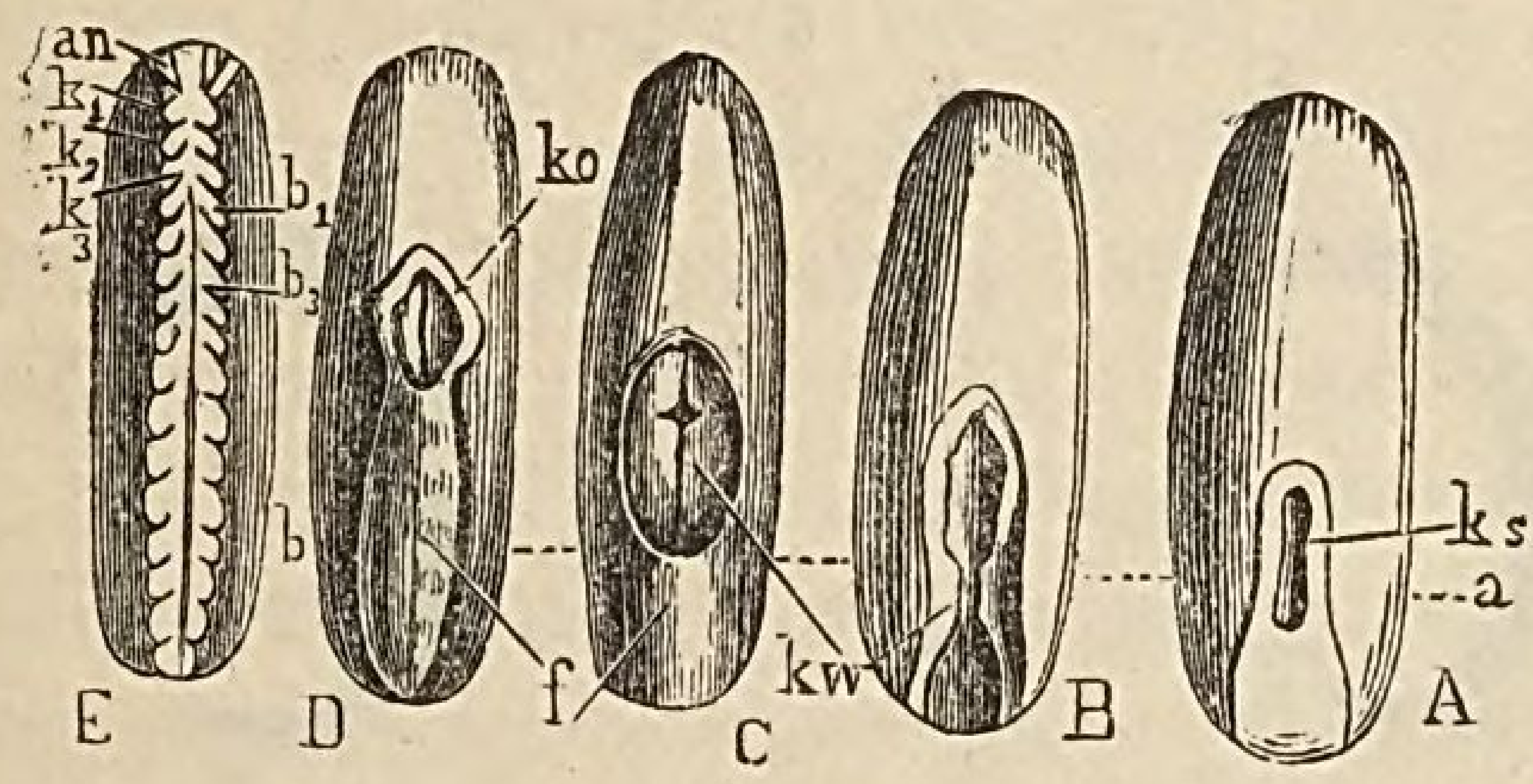


Fig. 128.

beistehender Figur verstehen. C zeigt den Keimstreif hinten von einer Tasche, vorn von einem Ringswulst umgeben. Das ist eben unsere Falte, die hier vornehmlich am Schwanze wächst. In D ist dann der einem Püppchen nicht unähnliche Embryo von der Bauchseite schon ganz bedeckt, während sich über den Kopf nur eine Art Häubchen stülpt.

Eine sehr nahe liegende, merkwürdigerweise aber noch nie in ernsthafte Arbeit genommene Frage wäre die, wie denn eigentlich diese so beträchtliche Flächenausdehnung der Hüllzone von Statten geht.

Nach eigenen Untersuchungen geschieht dies theils durch Dehnung, man könnte fast sagen Auseinanderzerrung der Zellen, daher auch ihre Plattenform, theils durch Theilung

derselben, wobei indeß zu constatiren, daß letzterer Proceß bei manchen Zellen oft nur angefangen (d. h. auf den Kern beschränkt bleibt) und nicht beendigt wird.

Wir kehren wieder zu unseren Schemen zurück.

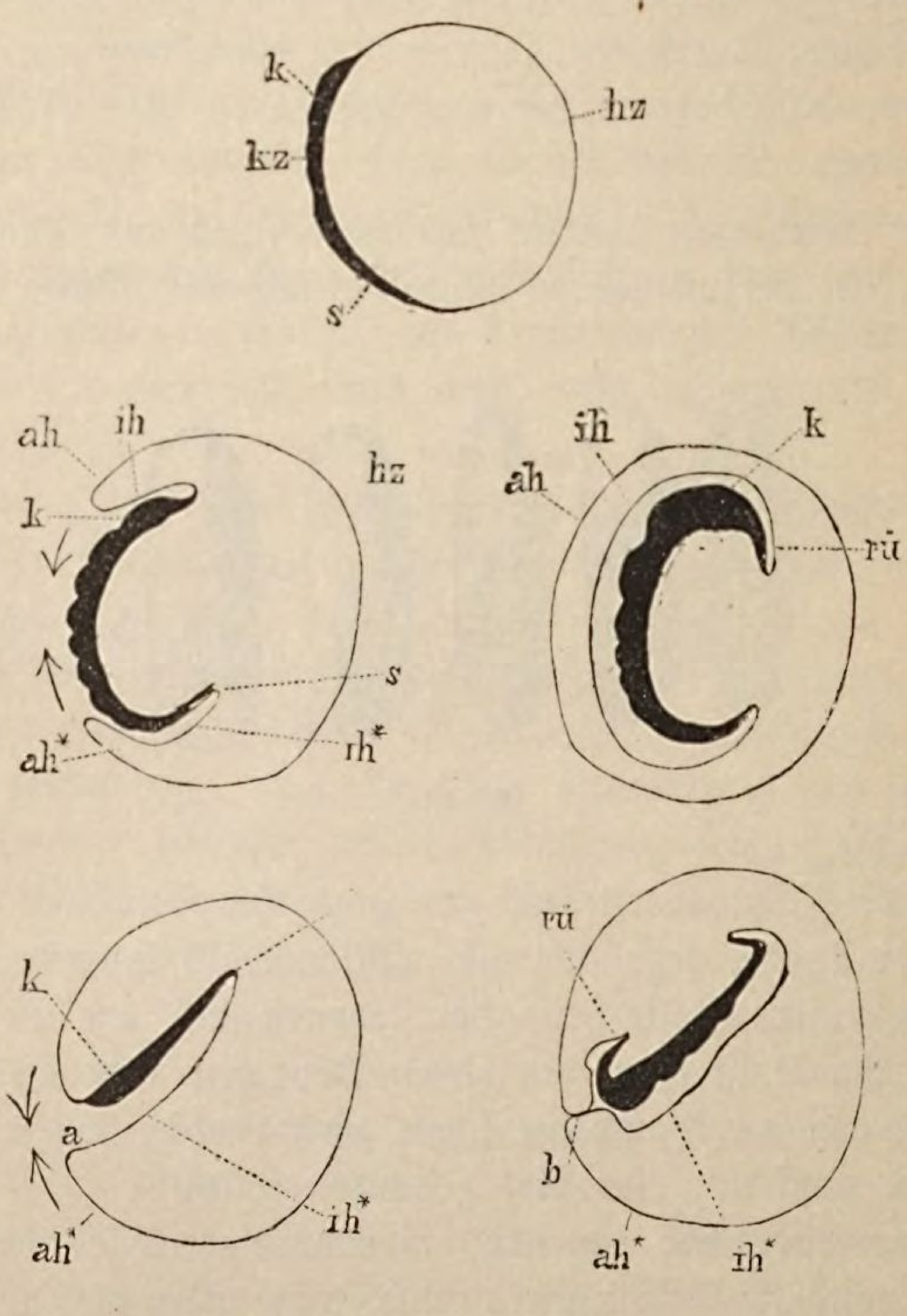


Fig. 123—127.

Wenn der Leser bei stattfindender Begegnung der Kopf- und Schwanzfalte (Fig. 124) sich vorstellt, daß sich das äußere Blatt ah mit ah* und dann wieder das innere ih mit ih* verbindet, so wird er begreifen, daß dann das Schema 125

zum Vorschein kommt. Das Resultat der bezeichneten Vereinigungsweise besteht somit darin, daß wir statt einer einzigen zusammenhängenden Blase zwei in einander geschachtelte Säcke erhalten, nämlich

1) eine äußere Blase = Hüllzone + äußeres Faltenblatt und
2) eine innere Blase = Keimzone + inneres Faltenblatt.

Erstere (analog der Säugethier-Serosa) ist also aus einer bloßen Hüllzone des Dotters eine gemeinsame Kapsel für Dotter und Embryo geworden, während das innere Faltenblatt nur eine „Halbscheide", d. i. eine den Embryo vorläufig nur von der Bauchseite bedeckende Hülle darstellt.

Wenn nun auch der Embryo bei der Vereinigung der Falten aus dem Kreis der ehemaligen Keimblase ausgeschaltet wird und in Folge dessen als frei zu betrachten ist, so hängt er doch bei den meisten Insekten in Folge der schon oben erwähnten innigen Berührung zwischen Innen- und Außenblatt mit letzterem zusammen, worüber man zu größerer Klarheit noch Fig. 118 consultire. Hier ist ah die äußere, ih die innere Hülle, die, wie man sieht, unterhalb des Keimstreifs ganz knapp an einander liegen.

Nur bei den Schmetterlingen stehen beide Hüllen weiter von einander ab, was z. Th. daher kommen mag, daß sich der Nahrungsdotter, an den Umbiegungsstellen des Embryo in seine Scheide, dazwischen hineindrängt.

Nach der bisherigen Darstellung könnte es scheinen, als ob sich alle Insekten, wenigstens im Anfang, ziemlich auf gleiche Art entwickelten, und von gewissen z. Th. auch durch die Form des Eies bedingten Differenzen abgesehen ist dies auch in hohem Grade der Fall.

Nur in einer Beziehung scheint schon die erste Embryonalentwicklung bei gewissen Insektengruppen sich sehr verschieden

zu verhalten, und diesen Unterschied wollen wir noch kurz auseinandersetzen, und, wie wir gleich beisetzen, auch einigermaßen auszugleichen suchen.

Als Regel wurde oben hingestellt, daß der Keimstreif, wie er sich am Umfang der Keimblase bildet, auch später im Ganzen und Großen diese äußere Lage beibehalte. Dies ist auch in der That der Fall bei sämmtlichen Insekten, die später eine auffallende Verwandlung durchmachen, d. i. bei den Käfern, Schmetterlingen, Hautflüglern, echten Netzflüglern und Dipteren und außerdem noch bei den typischen Geradflüglern.

Bei den übrigen dagegen, d. h. bei den Schnabelkerfen (Wanzen, Zirpen, Läuse), bei vielen netzflügeligen Orthopteren (Libellen) und nach Ulianin auch bei den Springschwänzen, erfährt der Keimstreif bald früher, bald später eine sehr auffallende Lageveränderung.

Als Grundsatz kann zunächst gelten (der hierauf methodisch untersuchten Insekten sind freilich erst wenige), daß auch bei den letzteren die zur Embryobildung führende Verdickung am Umfang der primären Blase, d. i. außen erfolgt, daß also das Keimstreifbildungs-Schema Fig. 123 für alle Insekten*) paßt.

Gegenüber den Angaben von Brandt u. A. ist dann besonders zu betonen, daß diese Verdickung gleichfalls stets einschichtig ist.

Bei der in Rede stehenden Entwicklungsart bleibt nun aber die Keimzone nicht auswendig, sondern sie stülpt sich vollständig in das Innere der Blase hinein.

Wegen dieser innerlichen Lage des Keimes nennt man nun letztere Insekten endoblastische d. h. Innenkeimer und im Gegensatz dazu die andern ektoblastische oder Außenkeimer.

---

*) Die ganz apart dastehenden Pteromalinen ausgenommen.

Nach den bisherigen Darstellungen zumal von Metschnikoff und Brandt wäre dieser Innenkeim, der sog. Keimhügel, zuerst ein solider Körper oder eine compakte Zellwucherung, wie dies Fig. 129 kh darstellt, und sollte sich erst nachträglich in ein etwa handschuhfingerartiges Hohlorgan umwandeln, dessen eine dickere Wand (Fig. 126 ks) zum Embryo, die gegenüberliegende dünnere (as) aber zum inneren Hüllblatt würde.

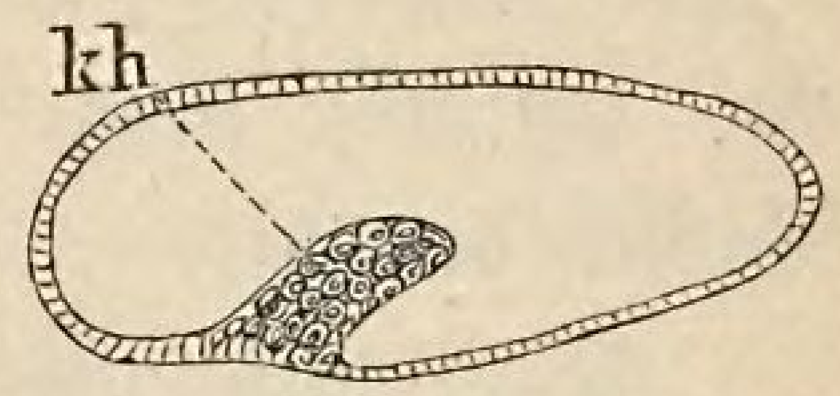


Fig. 129.

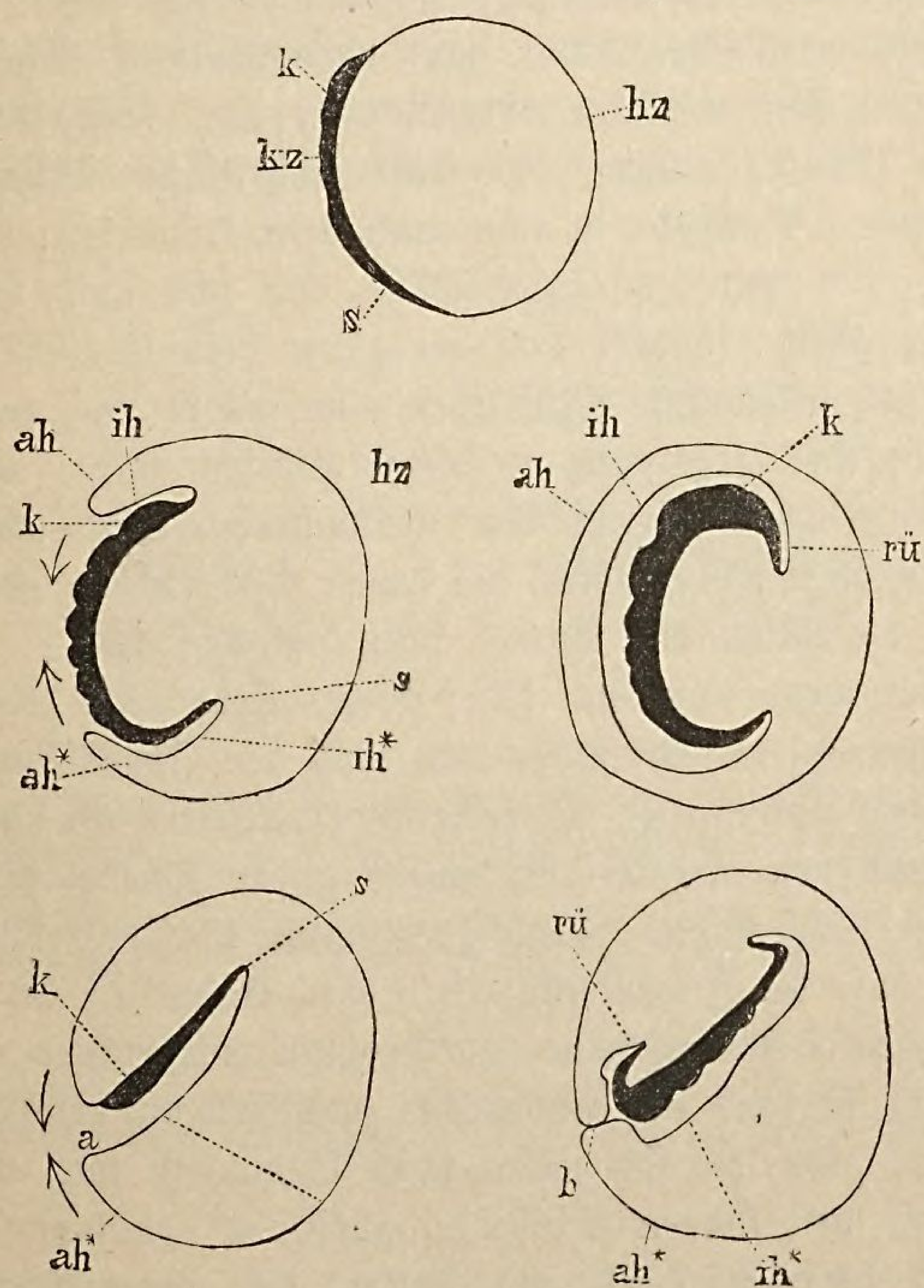


Fig. 123—127.

Dem gegenüber müssen wir vor Allem erklären, daß, bei manchen Wanzen wenigstens, der sog. Keimhügel in der That nichts Anderes als eine einfache Falte der Keimblase ist, die, wie letztere, stets und überall nur aus einer einzigen Zellschichte besteht.

Was nun aber die Lage des Innenkeimes (Endoblasts) betrifft, so besteht auch hier keineswegs ein fundamentaler Gegensatz zum Außenkeim oder Exoblast, sondern es handelt sich lediglich um gradweise Unterschiede in der Einwärtskrümmung des Keimstreifs.

Man vergleiche einmal ganz vorurtheilslos Schema 124 mit 126. Bei ersterem (Außenkeim) liegt der Kopf des Embryo (124 k) außen, der stark eingestülpte Schwanz (s) aber innen. Dasselbe ist nun auch beim Innenkeim der Fall (126 ks), nur mit dem Unterschied, daß hier nicht bloß der Schwanz allein, sondern daß der ganze beim Exoblast convex nach außen gekrümmte Mitteltheil eine innere Lage hat.

Eine Art Uebergang in dieser Hinsicht bilden aber gewisse, wie es scheint, gerade den endoblastischen Springschwänzen nahestehende Tausendfüßler, bei denen die Knickung oder Faltung in die Mitte des Keimes fällt (vgl. Fig. 131).

Aber wenn wir auch keine solchen Uebergänge hätten, so würde gerade das Verhalten der auch den Innenkeimern zukommenden und nun zu besprechenden Hüllfalten die nahe Verwandtschaft von beiderlei Bildungen außer Zweifel stellen.

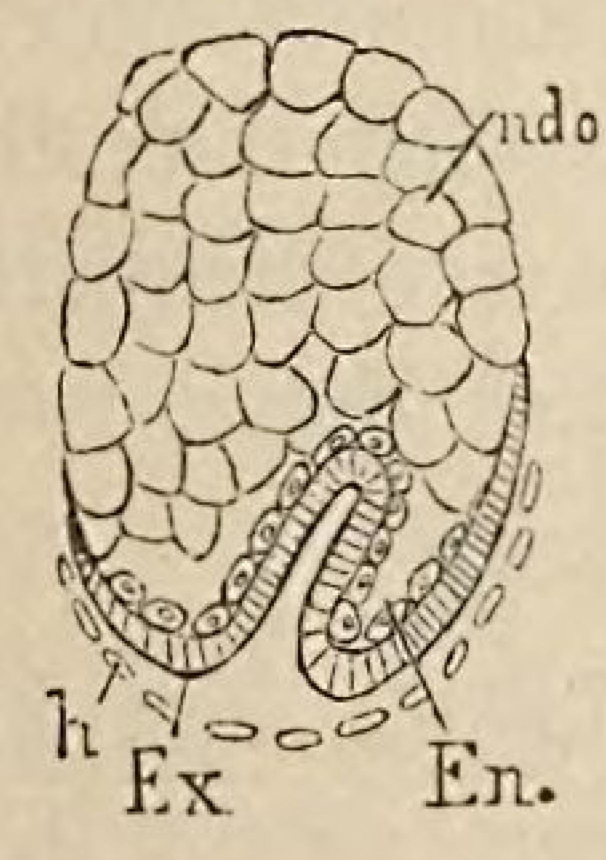
Eine abermalige Vergleichung von 124 und 126 zeigt sofort, daß die Innenhülle (ih*) des Endoblast der gleichbezeichneten Schwanzscheide des Exoblast entspricht.

Vermißt wird am Endoblast zunächst nur eine deutliche Kopffalte. Da es sich aber beim Endoblast nur um den Verschluß der kleinen Einstülpungsöffnung (126 a) handelt, während beim Exoblast die Falten die ganze Länge des Embryo zu umwachsen haben, so liegt doch auf der Hand,

daß die Hüllfalten der Innenkeimer nicht so lang und deutlich wie die der Außenkeimer sein können.

Den Ausschlag für die Gleichheit oder Homologie dieser Bildungen gibt aber die Thatsache, daß sich, wie aus Fig. 127 zu sehen, factisch auch bei den Innenkeimern die den Embryo umgrenzenden Ränder der Hüllzone faltenartig vorstülpen und schließlich derart zusammenwachsen, daß, wie zuerst Brandt gezeigt, der Embryo schließlich nur mehr durch ein unter Verschmelzung der Kopf- und Schwanz-Innenhülle entstandenes Band (c) mit der nun gleichfalls zur Blase ergänzten Außenhülle zusammenhängt. Das Hüllenconnectiv der Außenkeimer erscheint also bei den Innenkeimern nur stark verkürzt und nach innen gezogen*).

131



130

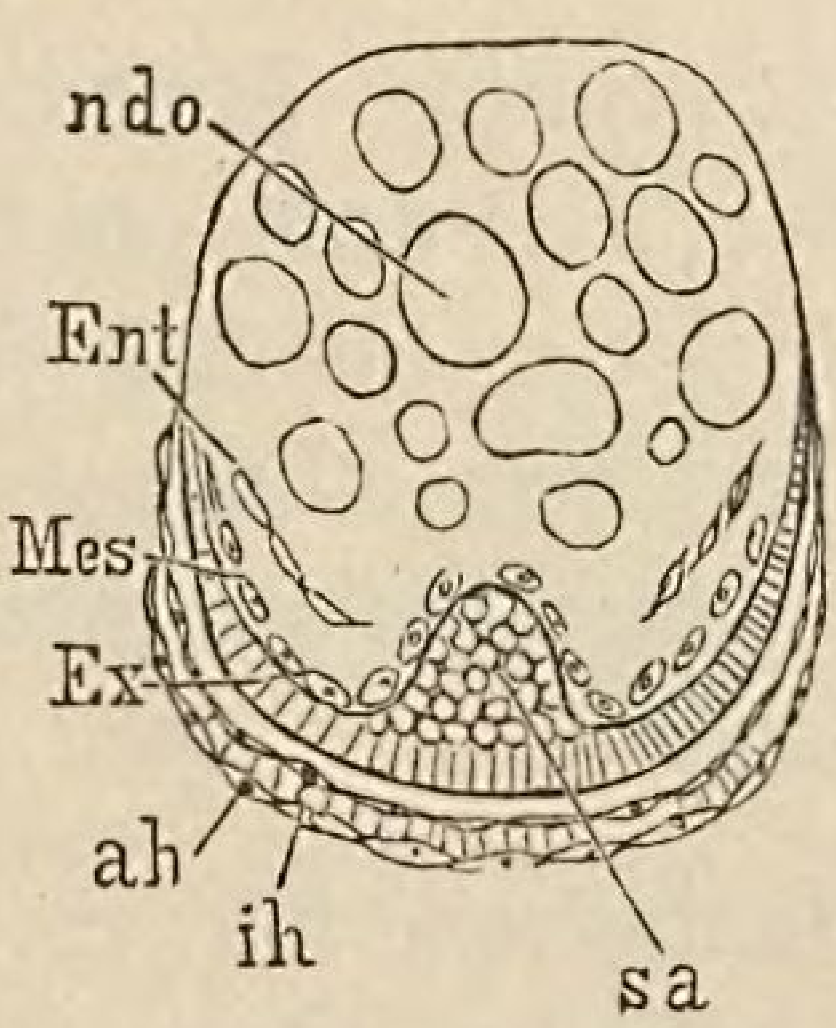


Fig. 130.

Keimanlage des Scorpion, schematisch nach Mecznikow.

ndo Nahrungsdotter, an dessen unterem Pol die scheibenartige Keimanlage entsteht, die allmälig den ganzen Dotter umwächst; Ex Exoderm, Mes Mesoderm, Ent Entoderm(?); sa Anlage des Schwanzes; ah äußere, ih innere den Embryo nach und nach ganz umwachsende Hülle. Beide Hüllblätter stellenweise durch quere Fasern verbunden.

Fig. 131.

Keimanlage eines Tausendfüßlers (Polyxenus lagurus), nach Mecznikow.

ndo gefurchter Nahrungsdotter, am untern Pol hat sich das (später faltenartig nach innen gestülpte) Blastoderm abgesondert; Ex äußeres, En inneres Blatt des Keimstreifens, h Hülle aus losen (?) Zellen.

*) Nach noch nicht ganz abgeschlossenen eigenen Untersuchungen bei Pyrrhocoris bestehen gegründete Anzeichen, daß die die Ein-

Bildung der Körperform und der einzelnen Organe.

Verschieden vom Künstler, der, um ein Bild oder Modell eines Lebendigen zu schaffen, bloß einem Klumpen Thon die äußeren Formen eines solchen aufzudrücken sucht, sehen wir die Natur bei der Bildung des Originals selbst verfahren. Entsprechend den ungleichen Theilen, aus denen ein Organismus aus- und inwendig besteht, richtet sie erst das geeignete Material für dieselben her, und erst, wenn dieses beisammen, wenn auf oft gar complicirtem Wege die nöthigen Bauelemente und Grundgewebe aus dem Keimprotoplasma ausgeschieden sind, erst dann schreitet sie zur Fundirung des Werkes selbst, das dann oft weit rascher als die vorbereitende Arbeit von Statten geht.

Das eigentliche Fundament des Insektenkörpers ist bekanntlich der Keimstreif, und unsere Aufgabe ist es nun, zu zeigen, wie dieser allmälig Form und Gestalt annimmt, und wie auch mit dem allmäligen Ausbau des Aeußern die Bildung der mannigfaltigen innern Organe ihrem endlichen Ziel entgegengeht.

Der Keimstreif, wie er zuerst erscheint, bezeichnet keineswegs die definitive Länge des Embryo. Beim Hydrophilus z. B. (Fig. 114 A st) ist er ganz kurz und muß sich erst allmälig in die Länge strecken, bei den Fliegen hingegen umspannt er, mit Kopf und Schwanz auf den Rücken umgebogen, fast den ganzen Dotter, und muß sich daher später

---

stülpungsstelle abschließende (Außen-) Hülle ähnlich wie nach Metschnikoff bei Myriopoden und Scorpio (Fig. 130, 131 h und ah, ih) durch locale Abblätterung des Exoderms entsteht, wodurch die Brandt'sche Auffassung hinfällig würde.

wieder zusammenziehen; denn er entspricht ja nur der unteren Hemisphäre, oder dem Bauchtheil des Embryo.

Beschauen wir uns nun zunächst die plastische Umgestaltung dieses Gebildes, und zwar insoweit sie seine äußere Schichte, das Ectoderm, betrifft. Sie beginnt bekanntlich mit einem medianen Längseindruck (Fig. 114 A). Damit ist entschieden, daß das Thier ein zweiseitiges, ein bilaterales werden soll. Das Wichtigste ist aber der zweite Schritt, das Auftreten von Querfurchen, oder die Abtheilung des Keimstreifs in hinter einander liegende Stücke oder Segmente (Fig. 132). Der Embryo qualificirt sich zum Gliederthier. Zu welchem ist freilich noch nicht gesagt; denn manche Ringelwürmer zeigen genau das Nämliche.

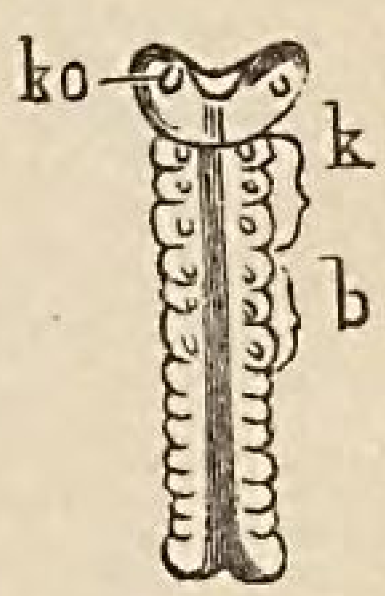


Fig. 132. Segmentirter Keimstreif eines Falters, nach Kow. ko Urkopf, k 3 Kieferkopfsegmente, b Brust.

Ob alle diese Ursegmente oder Ursomiten auf einmal entstehen oder z. Th. nach einander und in welcher Zahl und Folge, ist noch lange nicht festgestellt, wohl aber, daß bei fast allen Insekten, mögen sie als Imagines viele oder wenige freie Ringe zeigen, die Zahl dieser Abschnitte meist 18 beträgt.

Während aber auf diesem Stadium alle Segmente oder richtiger Segmentpaare wie bei einem echten Ringelwurm einander vollkommen gleich oder homonom sind, ist das erste (Fig. 133 ko) ganz auffallend größer als die übrigen. Das künftige Thier wird sich also auch eines Kopfes erfreuen, der im Laufe der Dinge, wie wir hören werden, durch Zuziehung von noch weiteren drei Ringen (Fig. 132 k u. 133 k_1—k_3) sich sogar noch bedeutend vergrößern wird. Aus dem ersten Segment, dem Ur- oder Vorderkopf, entsteht nämlich bloß der eigentliche Gehirnschädel. Der Complex der drei anderen, wahrscheinlich auch phylogenetisch später und nicht

auf einmal dazugekommenen Segmente heißen wir Hinter- oder Kieferkopf.

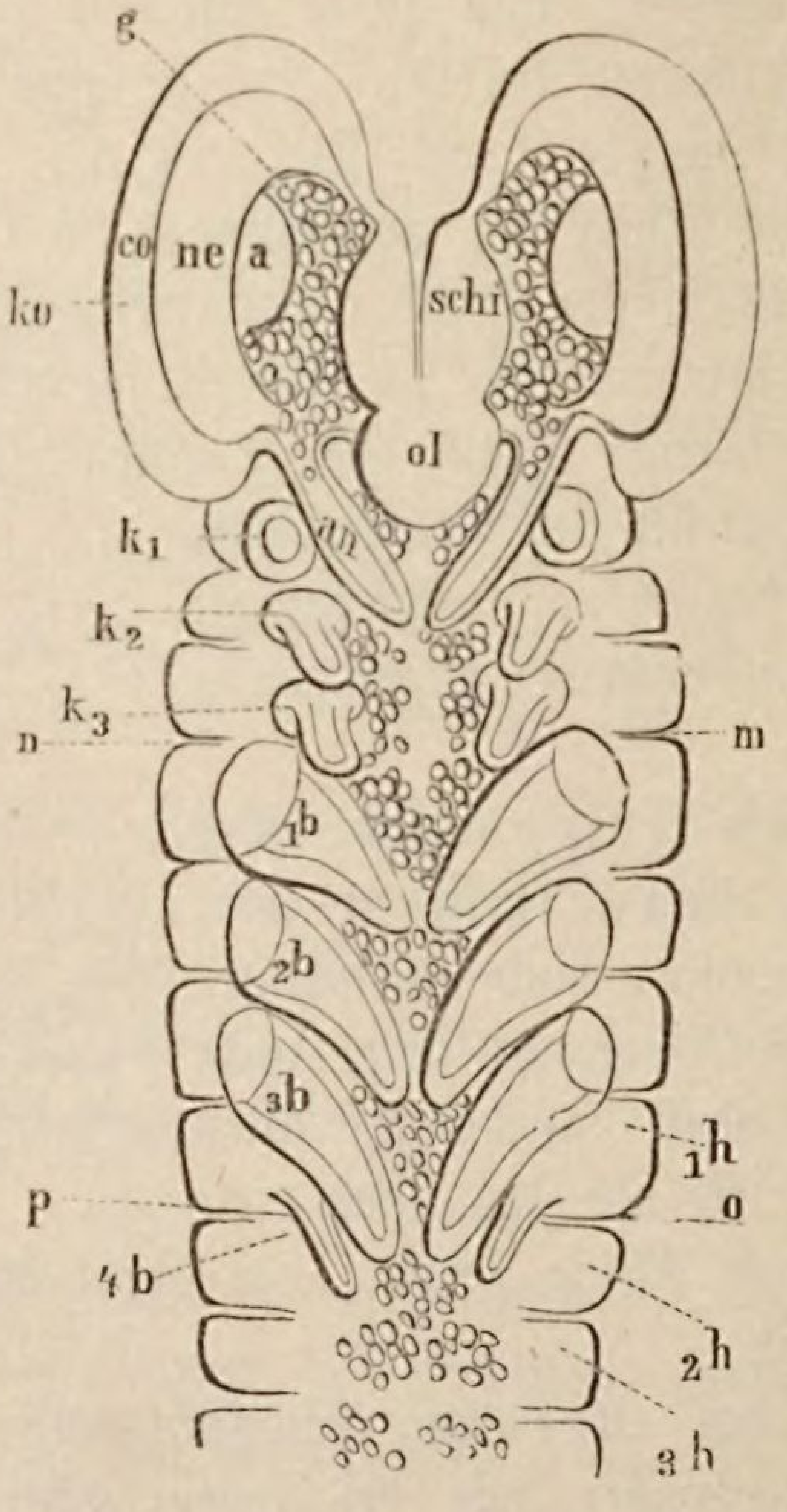


Fig. 133.
Keimstreif von Mantis.
ko Vorderkopfsegment (G Gehirn, ne Netzhaut, co Cornea (der großen Facettaugen), schi Schildchen, ol Oberlippe, an Fühleranlagen), k_1 1., k_2 2., k_3 3. Kiefersegment. b_1 Vorder-, b_2 Mittel-, b_3 Hinterbrustring mit den den Kiefern entsprechenden Beinanlagen, b_4 überzähliges 4. Beinpaar am 1. Hinterleibssegment h_1. (Original.)

Nach einem weiteren Stadium in Fig. 134 zu urtheilen, hat es übrigens den Anschein, als ob der Urrumpf, d. h. die Kette aller Segmente mit Ausnahme des Urkopfes, in zwei Theile sich scheiden wollte. Die vordersten 6 Leibesstücke

zeigen nämlich ein Paar zapfenartige Ausstülpungen, die im nächsten Stadium als Anhänge resp., da sie ja dem Bauch angehören, sich als Beine qualificiren. Dies deutet also auf einen Vielfüßler. Doch die Sache nimmt bald (vgl. Fig. 133) ein anderes Gesicht an. Die drei ersten Segmentanhänge (k_1–k_3) wachsen nur langsam und bleiben klein, während ihnen die übrigen (b_1–b_3) voraneilen. Erstere geben eben die Mundbeine oder Kiefer, letztere die eigentlichen Gehwerkzeuge, eine Scheidung, die jedoch nicht bei allen Insekten gleichzeitig erfolgte und noch erfolgt, indem z. B. beim Calopteryx-Embryo die Mittel- und Hinterkiefer lange Zeit mehr den Beinen als den Vorderkiefern gleichsehen. Die Zahl der Embryonalbeine ist aber wechselnd; bei Hydrophilus sind es nach Kowalewski meist fünf, bei Mantis (Fig. 133 b_4) vier Paare, bisweilen gleichfalls mit der Spur eines fünften. Die letzten empfehlen sich aber bald und es bleiben stets nur drei übrig. Der Vielfüßler wird dadurch zum Sechsfüßler, zum echten Insekt.

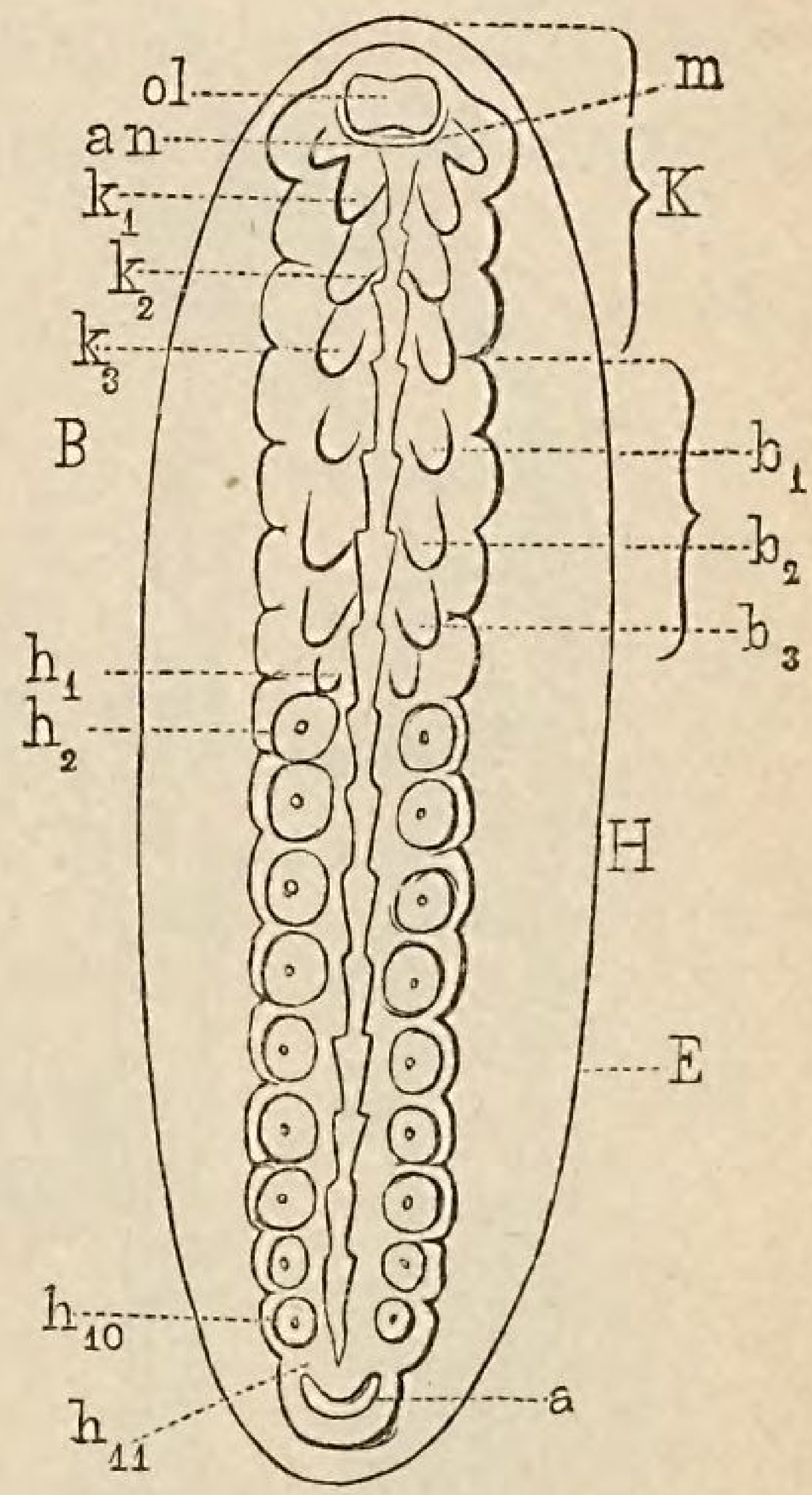


Fig. 134.
Embryo eines Schwimmkäfers (nach Kow.).
E Umriß der Eihaut. Die streifenartige Keimanlage schon deutlich segmentirt. K Kopf, ol Oberlippe, m Mund, an Fühler, k_1, k_3 Kiefer, B Brust, b_1, b_3 Beine. Am ersten Hinterleibsring (h_1) Anlage eines weiteren Gliedmaßenpaares. a After.

Während aber alle Insekten als Embryonen stets drei deutliche Kieferpaare tragen, findet man bei Kerfen, die als Larven fußlos sind, wie z. B. bei manchen Fliegen, auch im Embryo keine oder doch nur undeutliche Spuren davon (Fig. 135).

Ganz ähnliche Anhänge wie aus den genannten Segmenten stülpen sich auch aus dem vordersten, dem Urkopf, hervor. Es sind dies die Fühler (Fig. 133 an), die der Leser nach ihrer späteren Stellung wohl nicht an der Bauchseite erwartet hat. — Das wären zunächst die Organe, die das Exoderm an seiner Außenseite ansetzt. Nun kommen wir auf jene, die aus demselben Blatte innerlich entstehen. Deren gibt es hauptsächlich zweierlei, nämlich das Bauchmark, das aus einer Abblätterung der mittleren Keimstreifzone hervorgeht, und dann eine Reihe von Drüsen, die im Gegensatz zu den durch Ausstülpung entstandenen äußeren Anhängen durch röhrige Einsenkungen gebildet werden.

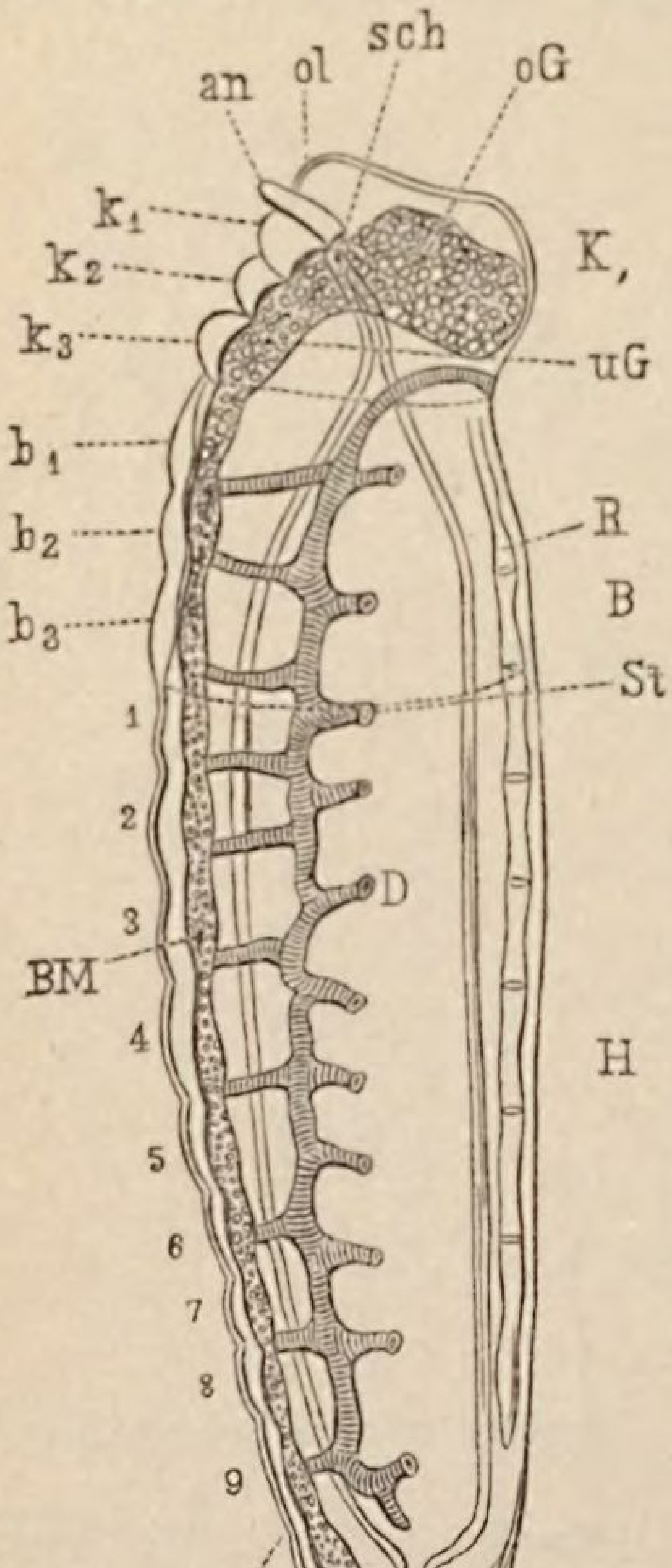


Fig. 135.
Profilansicht eines Bienenembryo (nach Kow.).
Bezeichnung wie in Fig. 134. BM gegliedertes Bauchmark. D Weiter Mitteldarm. St Luftlöcher mit den davon entspringenden Luftröhren oder Tracheen.

Ein Blick auf den quer durchschnittenen Keimstreif in Fig. 136 zeigt dem Leser einen mittleren stark verdickten Theil (ab) und zwei dünnere Randpartieen (ac). Letztere sind die sog. Seitenplatten, aus welchen die beschriebenen Anhänge entstehen, während ersterer Abschnitt die sog. Medullar- oder Hautnervenplatte vorstellt. Die Zellen der letzteren sind auf diesem Stadium (Az) in Quertheilung begriffen, der, nach eigenen Untersuchungen, eine beträchtliche Verlängerung vorhergeht. Die äußere Lage

dieser Zellen (z) bildet das eigentliche Haut- beziehungsweise das Sinnesblatt oder die Epidermis; die durch Abschnürung entstandenen inneren (z') Zellen geben aber das Centralnervensystem, das sich zunächst in Form eines flachen Bandes vom Urkopf bis zum Schlußsegment erstreckt, somit in seiner ganzen Ausdehnung ein rein ventrales Gebilde, ein wahres Bauchmark ist.

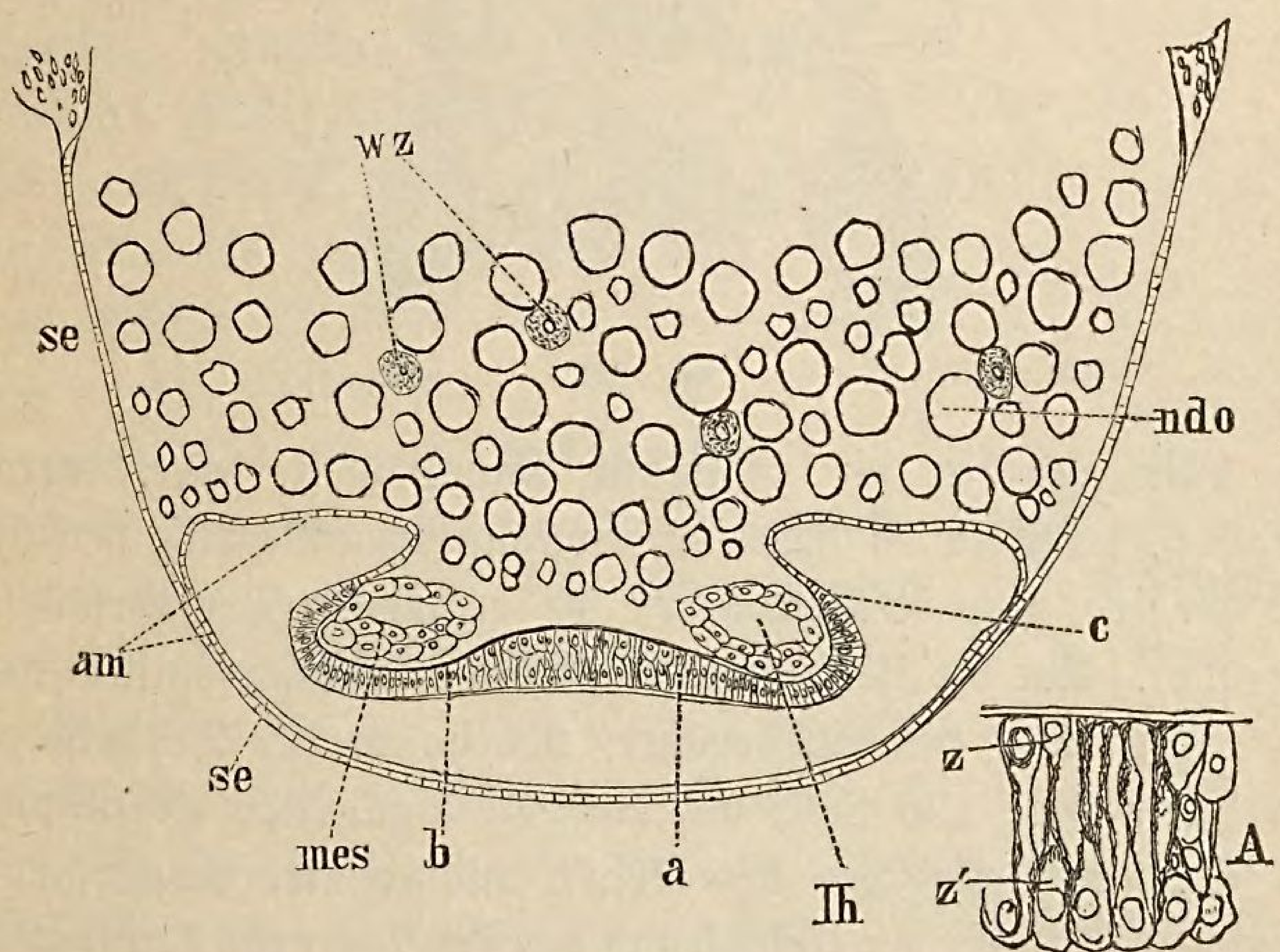


Fig. 136.
Ventraler Theil eines Querschnittes durch die Keimblase von Mantis religiosa.
se äußere Hülle, am innere Hülle, ab Nervenplatte, ac Seitenplatte, mes Mesoderm, lh Leibeshöhle (Anlage), ndo Nahrungsdotter, wz Dotter(Darm-)zellen.
A Stück aus dem mittelsten Theil des Keimstreifs, um die Quertheilung der Zellen zu zeigen; z eigentliche Epidermis-, z' davon abgetrennte Nervenzellen.
(Original.)

Später spaltet sich aber nach Hatschek dieses eine Markband in drei Stränge. In einen mittleren Strang (Fig. 137 ms), der als eine direkt vom Hautblatt entspringende, bei den einzelnen Ordnungen aber verschieden hohe Leiste erscheint, und in zwei seitliche völlig isolirte Stränge (ss). Letztere sind die eigentlichen Markbänder. Von Segment zu Segment verschmilzt aber ein Theil des Mittelstranges mit den letzteren

und so entstünden, wenigstens nach Hatschek, die einzelnen Segmentganglien, die dann durch die beiden Seitenstränge, die sog. Längscommissuren, zu einer Kette vereinigt werden.

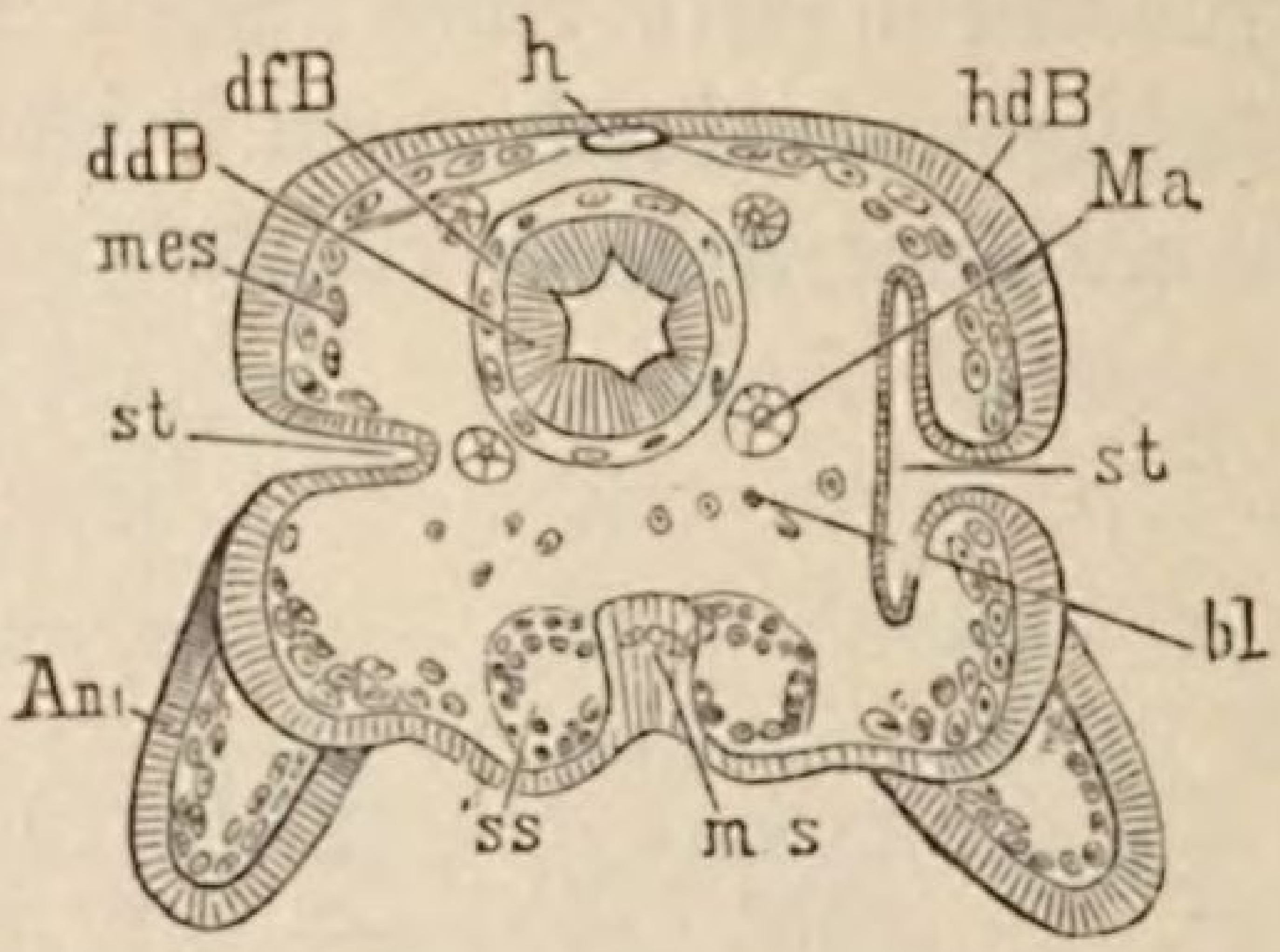


Fig. 137.

Wir nannten die gesammte Ganglienkette eine ventrale Bildung, trotzdem es gegen die landläufigen Begriffe verstößt, das Gehirn zum Bauchmark zu rechnen. Der Grund ist folgender. Um die Zeit, wo dies Gebilde entsteht, entsteht auch der Mund und die Speiseröhre, überhaupt der Vorderdarm, und zwar (Fig. 135 Sch) als eine blindsackartige Einstülpung des Exoderms zwischen dem ersten und zweiten Kopfsegment. Damit kommt also der Urkopf und mit ihm das erste Bauchmarksegment vor resp. über den Schlund. Es wird zum oberen Schlundganglion, während das den Mittel- und Hinterkiefern entsprechende dritte und vierte Bauchmarksegment nach ihrer späteren Vereinigung das untere Ganglion liefern und das zweite, den Oberkiefern entsprechende, die Verbindung beider zum sog. Schlundnervenringe bewerkstelligen soll.

Das Urkopfganglienpaar oder das Gehirn scheint aber, wie leicht glaublich, etwas complicirteren Ursprungs. Den Grundstock liefern nach Hatschek's Studien die Seitenstränge (Fig. 138 ss). Dieser vergrößert sich aber noch äußerlich durch Abblätterung oder Wucherung der Kopfplatten (ex), während durch eine Einstülpung des Exoderms (fa) abermals ein neuer

Theil hinzukommt und das quere Commissurensystem zwischen beiden Hirnhemisphären wahrscheinlich, zum Theil wenigstens, dem von Hatschek hier allerdings nicht erwähnten Mittelstrang (ms) seinen Ursprung verdankt.

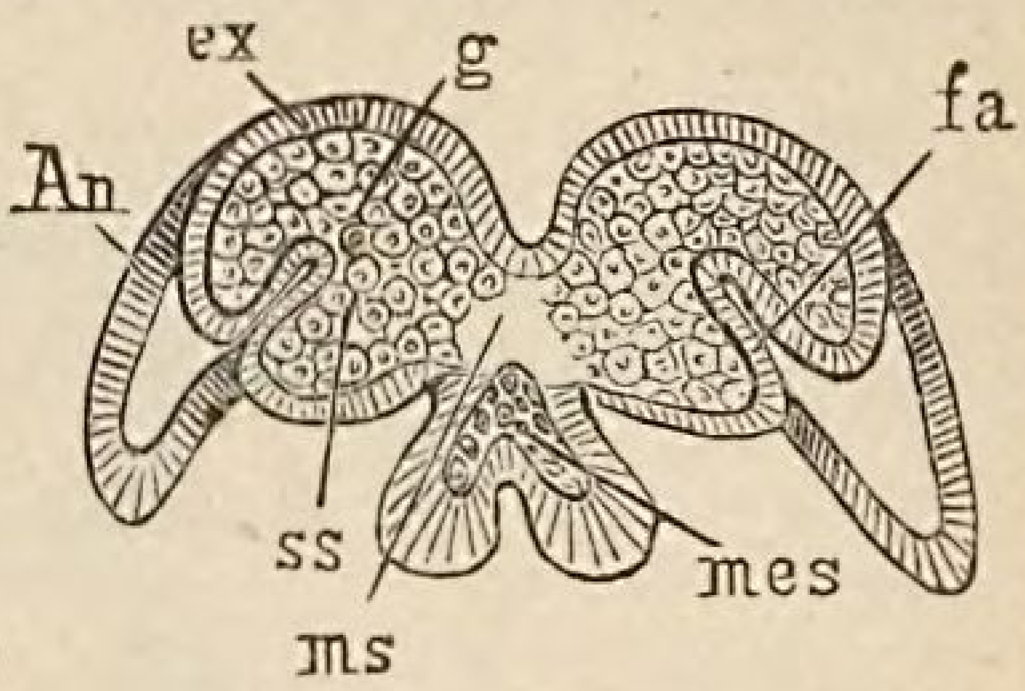


Fig. 138.
Querschnitt durch die Vorderkopfanlage des Embryo vom Goldafter. (Nach Hatschek.)
ex Exoderm (Kopfepithel), g davon abgetrennte Gehirnzellen, fa Gehirnfalte, ss Seitenstränge, mes Mesoderm über dem Speiserohr, An Fühleranlagen.

Das Exoderm, mit dessen Organisirung wir zunächst beschäftigt, wurde schon mehrfach als Drüsenblatt bezeichnet. Dies rechtfertigt sich damit, daß einerseits die gesammte Epidermis gewisse Absonderungen liefert — die Chitinhaut z. B. ist ja nichts Anderes als ein Secret derselben — und als andererseits durch Einstülpungen oder innere Faltungen jene specifischen Organe der Absonderung und des Stoffwechsels entstehen, die wir als Hautdrüsen im allgemeinsten Sinne dieses Wortes bezeichnen. Solcher an der Körperoberfläche ausmündender Drüsen gibt es nun bekanntlich auch bei den Insekten sehr viele und mannigfaltige; wir beschränken uns aber auf die paarigen Mund- und auf die gleichfalls in duplo von Segment zu Segment sich wiederholenden Athmungsorgane oder Tracheen.

Die Munddrüsen, gewöhnlich als Speichelorgane bezeichnet, kommen im Allgemeinen, so z. B. sicher bei den Faltern und Bienen, in zwei Paaren vor, wovon das vordere dem zweiten oder Mandibelsegment, das hintere aber dem vierten Kopfring oder der Unterlippe entspricht. Bei vielen Larven funktionirt das letztere als Spinnorgan. Beide erweisen sich als echte Hautdrüsen. Sie entstehen nämlich, wie jüngst wieder Hatschek gezeigt, aus einer faltenartigen Einstülpung des Exoderm, die sich dann allmälig, oft unter mehrfacher Verästelung, zu einer Röhre verlängert und inwendig eine Chitinlage absondert.

Im Wesentlichen dieselbe Bildung läßt sich auch bei den Tracheen (vgl. Fig. 139) nachweisen, und nach den neuesten

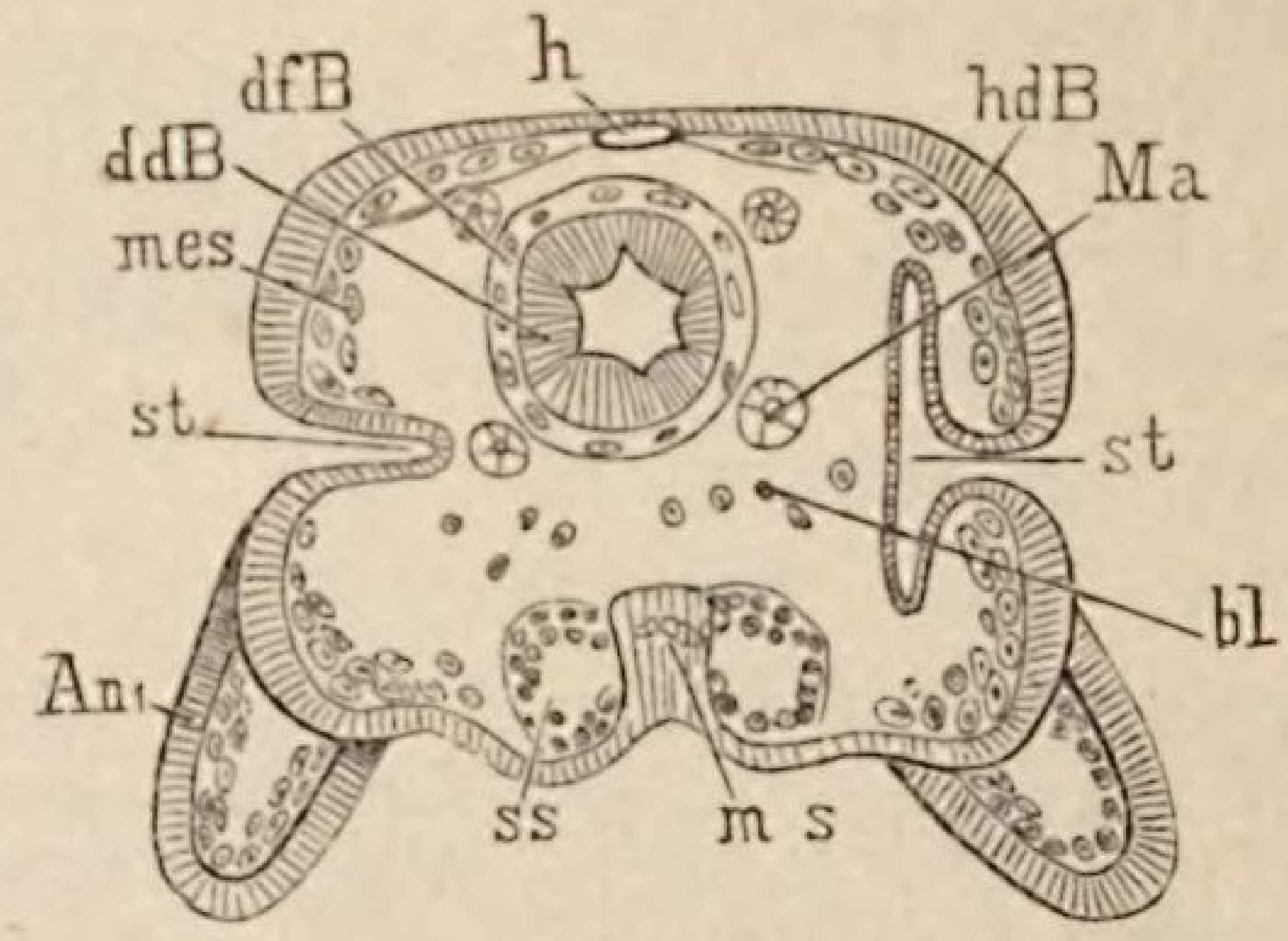


Fig. 139.

Untersuchungen von Palmen ist es auch sehr wahrscheinlich, daß sie factisch von gewöhnlichen Hautdrüsen abstammen.

Uebersicht der segmentalen Exodermbildungen.

	Stammsegmente.		Anhänge.	Ganglien.	Drüsen.	
Kopf	1		fü	oG	—	—
	2	Kiefer	k_1	—	spei	
	3		k_2	uG	—	
	4		k_3		spi	
Brust	5	Beine	b_1	G_1	Tracheen (Stigmen)	st_1
	6		b_2	G_2		st_2
	7		b_3	G_3		st_3
Hinterleib	8		b_4	G_1		st_4
	9		b_5	G_2		st_5
	10		.			
	11		.			
	12					
	13					
	14					
	15					
	16			G_8		st_{11}
	17		—	—		—
	18			—		—

An die eben beschriebenen **reinen** Exodermbildungen schließen wir die Entwicklung eines hochwichtigen Binnenorgans, nämlich des Darmkanales an.

Eine schöne Uebersicht gibt zunächst der beinahe einem Schaukelpferd ähnliche Längsschnitt eines Mauerassel-Embryo (Fig. 140).

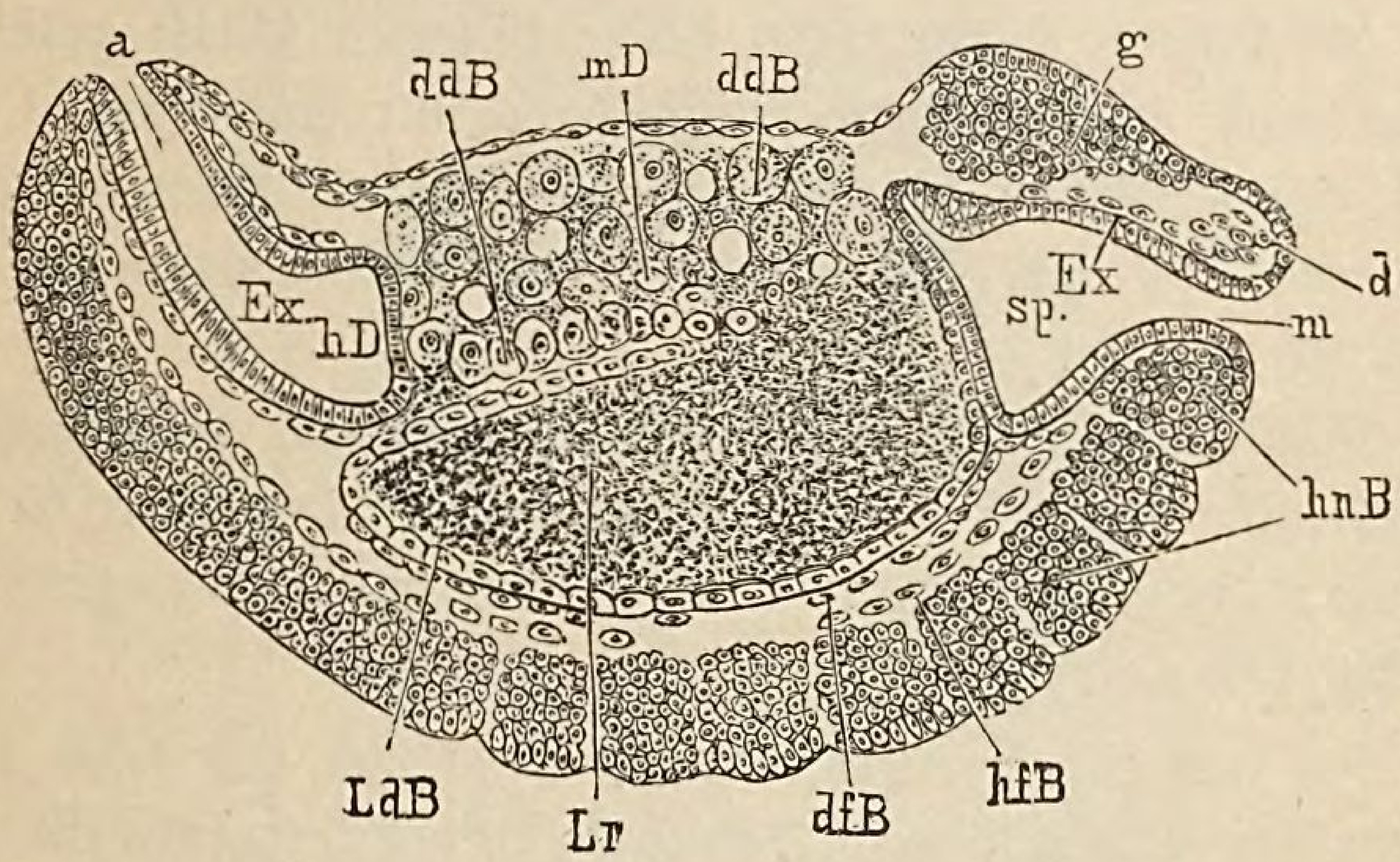


Fig. 140.

Längsschnitt durch einen fast reifen Embryo der Mauerassel, nach Bobretzky. hnB mehrschichtiges und segmentirtes Hautnervenblatt, aus dem die Bauchdecke und die Ganglienkette hervorgeht; vorne und hinten geht es in das einschichtige Exoderm (Ex) über, durch dessen Einstülpung der Vorder- (sp) und der Hinterdarm (hD) entsteht; m Mund, a After, g Gehirn, hfB Hautfaser-, dfB Darmfaserblatt, Lr Lebersack, mD Mitteldarm, ddB Darmdrüsen-, LdB Leberdrüsenblatt.

Da von der Bildung eines Darmschlauches die Rede ist, so wird der Leser in den beiden einander entgegenwachsenden blindsackartigen Einstülpungen sp und hD ohne Zweifel die Anfänge eines solchen vermuthen, sich aber wahrscheinlich zugleich vorstellen, daß das Rohr einfach auf die Art zu Stande kommt, daß die betreffenden Blindsäcke in der Mitte des Körperinnern auf einander stoßen und an der Berührungsstelle sich öffnen werden.

So einfach geht die Sache aber nicht ab. Die gewissen Einsackungen (des Exoderm) sind und bleiben nämlich nur

die Endstücke des ganzen Kanales, während der Mitteltheil, d. i. also der Darm im engeren Sinne, einen ganz andern Ursprung nimmt.

Derselbe entsteht aus jenen im Dotter zerstreuten Bildungselementen, die wir schon oben als Darmzellen bezeichneten.

An unserer Figur (140) stellen dieselben (ddB) größtentheils noch eine compacte Masse dar; nur unten bei LdB sieht man, daß sie bereits aus dem Dotter herausgetreten sind und daß hier die Bildung des Drüsendarmsackes im Zuge ist.

Daß nun aber wirklich auch bei Insekten ganz ähnliche Verhältnisse bestehen, mag vorläufig, bis unsere größere Arbeit erscheint, der Längsschnitt durch den fast reifen Lina-Embryo in Fig. 141 zeigen.

In den polaren Einstülpungen sD und eD wird man wieder den Schlund- resp. den End- oder Afterdarm erkennen. Dazwischen liegen nun zwei große weite Blasen, die getrennten Durchschnitte durch den etwas gebogenen Mitteldarm. Die Wand desselben d. i. das Drüsenblatt ist hier aber schon vollständig gebildet und besteht aus einer Schichte ziemlich hoher Cylinderzellen. Man sieht zugleich, daß aller noch nicht verbrauchter Dotter in diesem Mitteldarm eingeschlossen ist, daß er somit die Stelle eines Dottersackes vertritt.

Erklärung zu Fig. 141 S. 433.

Fast medianer Längsschnitt durch das Ei und den schon ganz entwickelten Embryo des Pappelblattkäfers.

Hüllen: ch Schalenhaut (Chorion), dh Dotterhaut, ah äußere (zellige) der Dotterhaut anliegende Keimhülle, ih innere (zellige) dem Embryo sich anschmiegende Keimhülle. Embryo: Ex Exoderm, oG oberes, uG unteres Schlundganglion, M Beißmuskeln, mu Mund, sD (eingestülpter) Schlunddarm, mD Mitteldarm, B_1, B_2, B_3 Beine, eD Enddarm, a After, st_1—st_8 trichterartige Anlagen der Stigmen resp. Tracheen. Vergr. $^{100}/_{1}$. (Original.)

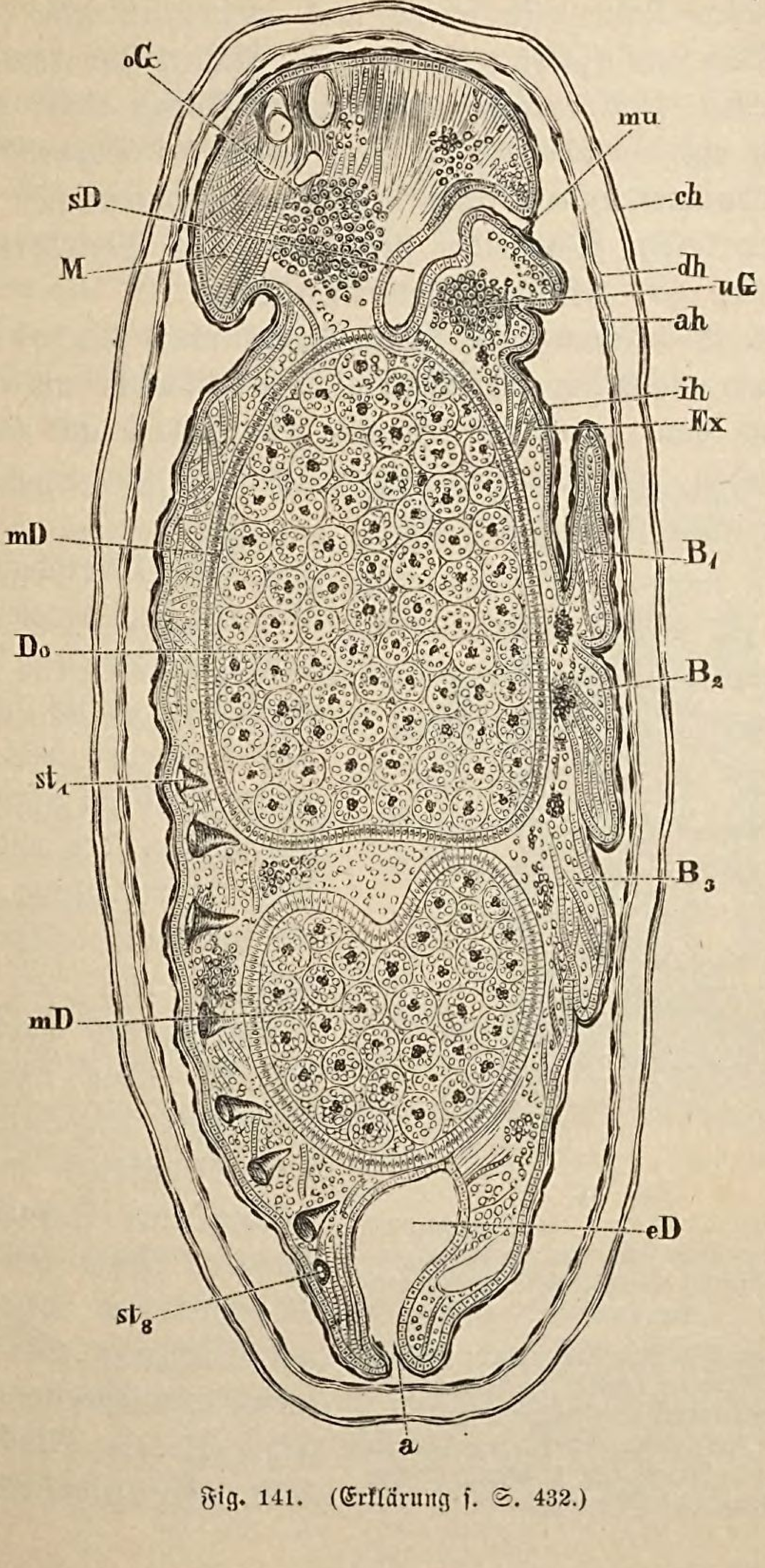


Fig. 141. (Erklärung s. S. 432.)

Dieser Dotter ist ferner noch immer in jene großen (dem Laien als Zellen erscheinenden) Ballen gesondert, von denen oben die Rede war, und auch der Inhalt dieser Ballen ist noch ein ähnlicher, d. h. man findet bei Doppelfärbung mit Pikrinsäure und Karmin 1) einen rothen centralen Kern, 2) einen hellen Plasmahof und 3) an der Peripherie des letztern die gelb gefärbten Dotterkügelchen.

Die Besprechung des Mittelblattes oder Mesoderms haben wir absichtlich auf zuletzt gelassen, nämlich um einfach sagen zu können, daß aus ihm alle jene Organe und Gewebe hervorgehen, welche den Hohlraum zwischen dem Haut- und dem Darmschlauche einnehmen.

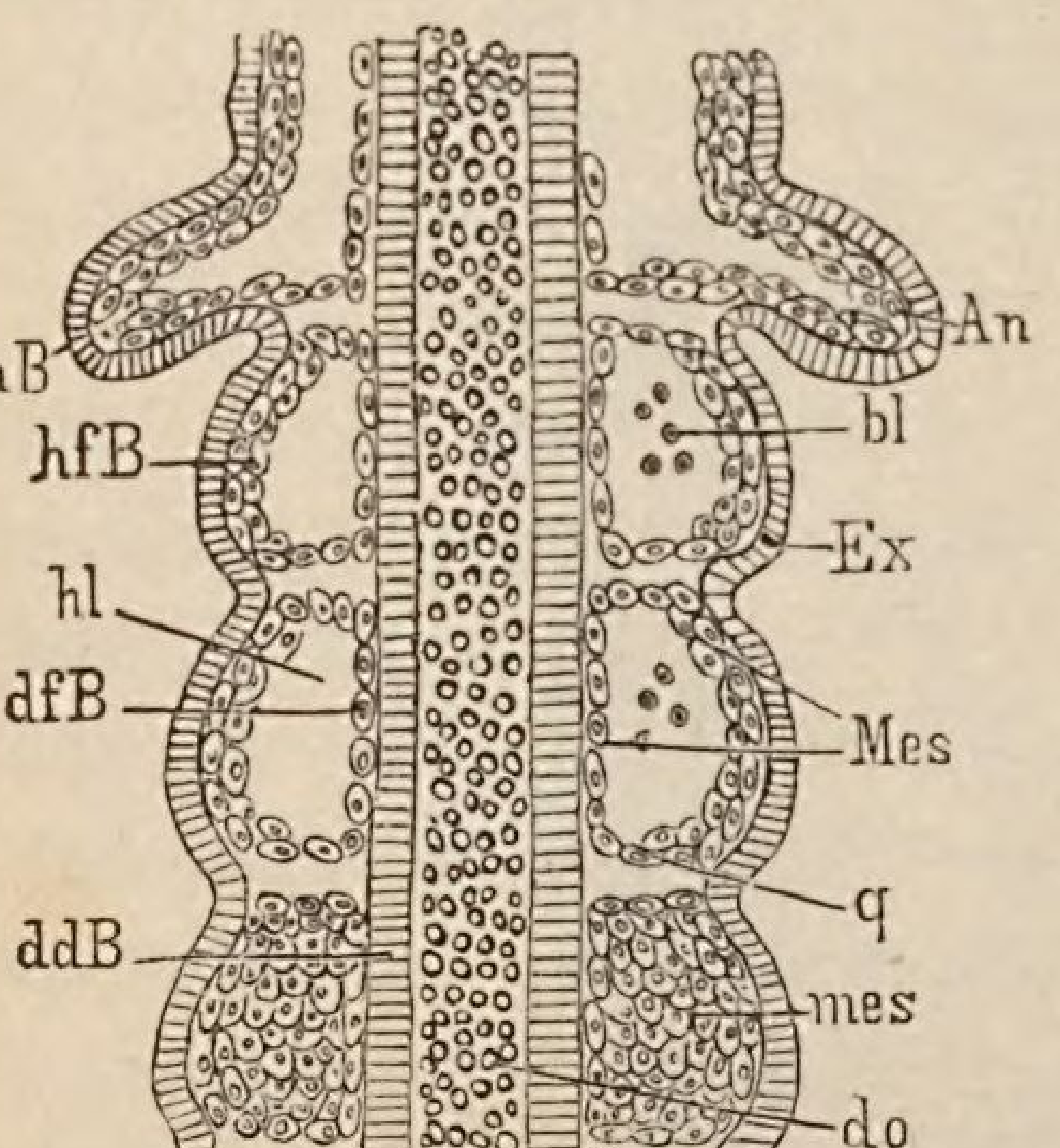


Fig. 142.
Schematische Darstellung der Segmentirung des mittleren Keimblattes an einem horizontalen Längsschnitt eines Scorpionembryos nach Mecznikow.

Ex Exoderm, ddB Darmdrüsenblatt; zwischen diesen Blättern die hohlen „würfelförmigen" Mesodermsegmente; hfB deren äußeres oder Hautfaser-, dfB deren inneres oder Darmfaserblatt, lh Leibeshöhle, bl Blutkörperchen darin, do Nahrungsdotter.

Am Querschnitt in Fig. 136 sieht der Leser die ersten Anlagen dieser Theile in Gestalt zweier anfangs solider, später hohl werdender Zellstränge (mes) an den Seiten der mittleren Keimstreifverdickung, aus der die Ganglienkette hervorgeht. Mit der Segmentirung des Exoderms zerfallen dann nach den bisherigen Angaben auch diese Zellstränge in eine entsprechende Anzahl von Stücken. Dies soll nach Mecznikow besonders am Schwanze des Scorpions deutlich sein, wovon Fig. 142 ein Stück darstellt. Ex zeigt das ge-

gliederte Exoderm, d. i. den Hautschlauch, ddB das einfache Darmrohr. Dazwischen bemerkt man auf beiden Seiten die würfelartigen Theilstücke des Mittelblattes. Diese Mesodermabschnitte bleiben aber nicht solid, sondern es entsteht in ihrer Mitte (vgl. den vorderen Theil der Figur), wie schon früher angedeutet, ein Spaltraum (hl), der von großer Bedeutung ist. Derselbe ist nämlich die erste Anlage der Leibeshöhle, die also, ganz unabhängig vom Darmschlauch und meist schon vor dessen Vollendung als eine einfache Lücke im Mittelblatt entsteht.

Diese Gliederung oder Kammerung der Leibeshöhle, welche man bei gewissen Würmern zeitlebens findet, ist aber bei den Insekten nur ein vorübergehender Zustand, indem sich die queren Scheidewände (q) sehr bald auflösen. Das Mesoderm besteht dann im Wesentlichen aus zwei Lamellen. Die äußere, das Hautfaserblatt, verwandelt sich hauptsächlich in die Muskeln des Hautskelettes und behält z. Th. ihre ursprüngliche Gliederung bei; die innere Schichte dagegen überzieht als continuirlicher Schlauch den Verdauungstract, es ist das Darmfaserblatt.

Außerdem entstehen aus dem Mittelkeim noch folgende Gewebe. Erstens einmal das Blut, dessen Formbestandtheile, die Blutkörperchen, als abgelöste Mesodermzellen zu betrachten sind, und dann die Bindesubstanzen, welche die in der Leibeshöhle liegenden Organe überziehen und unter einander befestigen.

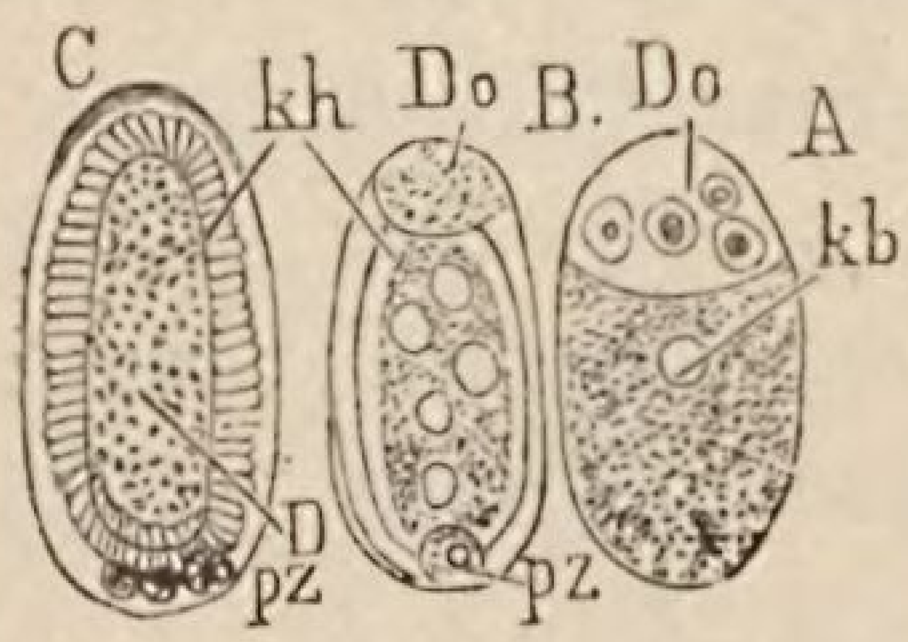
Das Mesoderm dient aber nicht bloß zur Vervollständigung und Ausrüstung der den übrigen Keimlagern entstammenden Organe, es liefert auch selbständige Körpertheile. Dahin gehört vor Allem das als Herz fungirende Rückengefäß, dessen Ringmuskeln (nach eigenen Beobachtungen) aus meist paarweise verschmelzenden Zellen entstehen, und dann die gewisse

im ersten Band näher beschriebene Bauchpresse. Die übrigen Blutbahnen dagegen sind einfache Spalten des Mittellagers.

Der Leser dürfte nun von jedem der vielen Einzeltheile des Insektenorganismus anzugeben wissen, von welchem der drei Zellcomplexe, in die das embryonale Bildungsmaterial gesondert ist, sie ihren Ursprung nehmen. Nur von einem Organ, und zwar von einem der interessantesten, nämlich dem der Fortpflanzung, ist die Abkunft noch sehr zweifelhaft, möglicherweise aber auch bei den einzelnen Abtheilungen eine sehr verschiedene.

Während manche neuere Forscher die Geschlechtsdrüsen, ähnlich den Malpighi'schen Gefäßen oder den Nieren der Insekten, aus dem Enddarm hervorsprossen lassen, sie also auf das

143



144

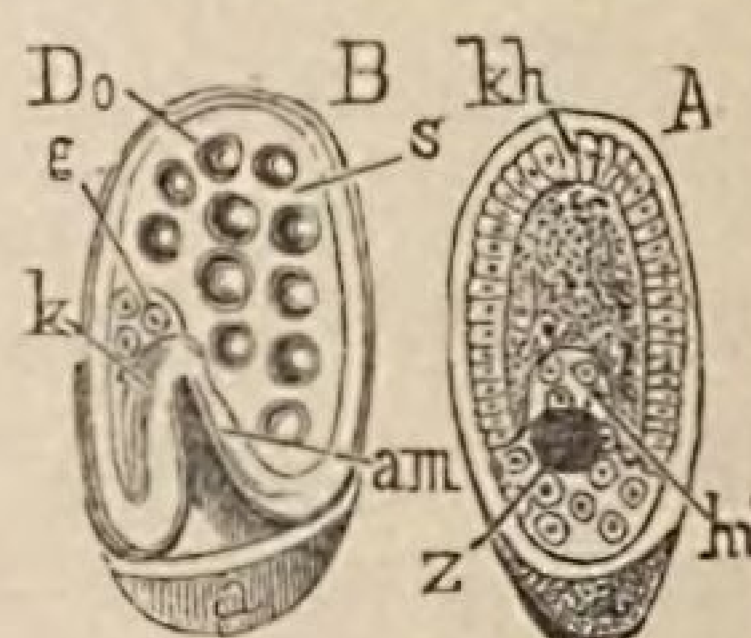


Fig. 143.
Eientwicklung einer Gallmücke (Cecidomyia), nach Mecznikow.
A Ei. Do Dotter-, k Keimfach.
B Do rückgebildetes Dotterfach. Theilung des Keimbläschens. pz Polzelle.
C Fertige Keimhaut (kh). Polzellen vermehrt.

Fig. 144.
Eientwicklung einer Larven gebärenden Blattlaus.
A kh Keimhaut, hü Keimhügel, z Mutterzelle des secundären Dotters.
B Fortgeschritteneres Stadium. s Verdünnte Keimhaut (Embryonalhülle), am Innenhülle, ks innerer Keimstreif, Do neugebildete Dotterkugeln, g Anlage der Geschlechtsorgane.

Exoderm zurückführen, haben zuerst Weismann und dann Mecznikow und Leukart eine ganz eigenthümliche und von den Keimblättern unabhängige Bildung angenommen. Nach diesen entsteht zur Zeit der Keimblasenbildung am

Hinterpole des Eies eine Zelle (Fig. 143 pz), welche der Entdecker deshalb auch als Polzelle bezeichnete.

Unter rascher Vergrößerung theile sich dann diese Zelle mehrmals und so entstehe eine ganze Gruppe von Zellen, gewissermaßen also ein selbständiger Geschlechtskeim.

Abschluß der Körperwandung.

Zwei Principe oder Systeme sind es, die in Bezug auf den Aufbau des Embryonalkörpers bei den verschiedenen Thieren befolgt werden, und wir bezeichnen sie kurz als den geschlossenen und den offenen Bau.

Einen geschlossenen Bau zeigte uns z. B. die Seewalze, insofern hier zuerst, wie bei Errichtung eines Hauses, der äußere Rohbau, d. i. die gesammte Leibeswand des Thieres vollendet und erst dann, ganz allmälig, auch das Innere organisirt wird.

Diese Bauart ist jedenfalls die ursprünglichste, und sie ermöglicht, wie das Beispiel der Seewalze zeigt, eine sehr baldige Benutzung des Baues, d. h. eine frühe Selbständigkeit und Lebensfähigkeit des Embryo.

Obwohl, z. Th. gewiß aus den angeführten Gründen, diese Bauart auch weitaus die verbreitetste ist, so kommt sie bei den Insekten nur ganz ausnahmsweise, nämlich nach Ganin's schönen Entdeckungen, bei gewissen in den Eiern anderer Thiere aufwachsenden Schlupfwespen vor, welche den Seewalzen ähnlich, in einem ganz oder doch beinahe keimblasenartigen Zustand und demnach auch ganz außerordentlich früh der Eihaut entschlüpfen.

Von einer offenen Bauart aber sprechen wir dort, wo sich die Embryonalanlage nicht über den ganzen Umfang des Dotters erstreckt, sondern wo der Embryo mit seiner Leibeswand nur ein Segment der Dotterkugel bedeckt und der noch

fehlende Leibeswandabschnitt erst nach und nach unter gleichzeitiger Ausbildung der inneren Einrichtung entwickelt wird.

Diesen Baustil finden wir u. A. bei den Wirbel- und Gliederthieren und speciell auch be der großen Mehrheit der Insekten, bei welchen letztern, wie ir gehört, der Embryonalkörper anfangs nur durch den B uchtheil vertreten ist und als eine streifenartig verdickte Zone der Keimblase erscheint.

Wir nannten aber die geschlossene Bauart im Gegensatz zu dieser die ursprüngliche, weil wir faktisch bei Wirbel- und Gliederthieren Beispiele haben, wo sich die typische offene Embryonalanlage (durch einen Keimstreif) an einem bereits lebensfähigen geschlossenen Embryo entwickelt.

Unsere Aufgabe ist es nun, den offenen Embryonalbau der Insekten noch einmal näher zu untersuchen und hauptsächlich dessen Abschluß, dessen allseitige äußere Vollendung zu verfolgen.

Zur Erläuterung nehme man zunächst den halbreifen Mückenembryo auf Fig. 145 vor. Derselbe gleicht, um uns möglichst kurz zu verständigen, einem mit Seitenrippen (die Segmente) versehenen offenen Kahn mit einem kleinen Vorderdeck d. i. der Kopfkappe (g).

Dieser kahnartige Embryo ist aber nicht leer, sondern auf seinem Boden findet man allerlei zu seiner künftigen Weltfahrt bestimmte Einrichtungen, wie z. B. die Ganglienkette, die Muskelplatten u. s. w., und außerdem ist der übrige Raum bis hoch über Bord mit dem Nahrungsdotter erfüllt, der den Zellen jenes Material liefert, mit dem seinerzeit ein vollständiges Verdeck gemacht und dem entsprechend auch die innere Einrichtung ergänzt werden soll.

Sowie man nun meistens ein in seinem Oberbau noch unfertiges Haus oder, um beim Vergleich zu bleiben, einen offenen und zugleich überfüllten Kahn mit einer Schutzdecke

versieht, so ist auch unser Embryo und zwar, wie uns von früher bekannt, sogar mit einer doppelten Hülle über-

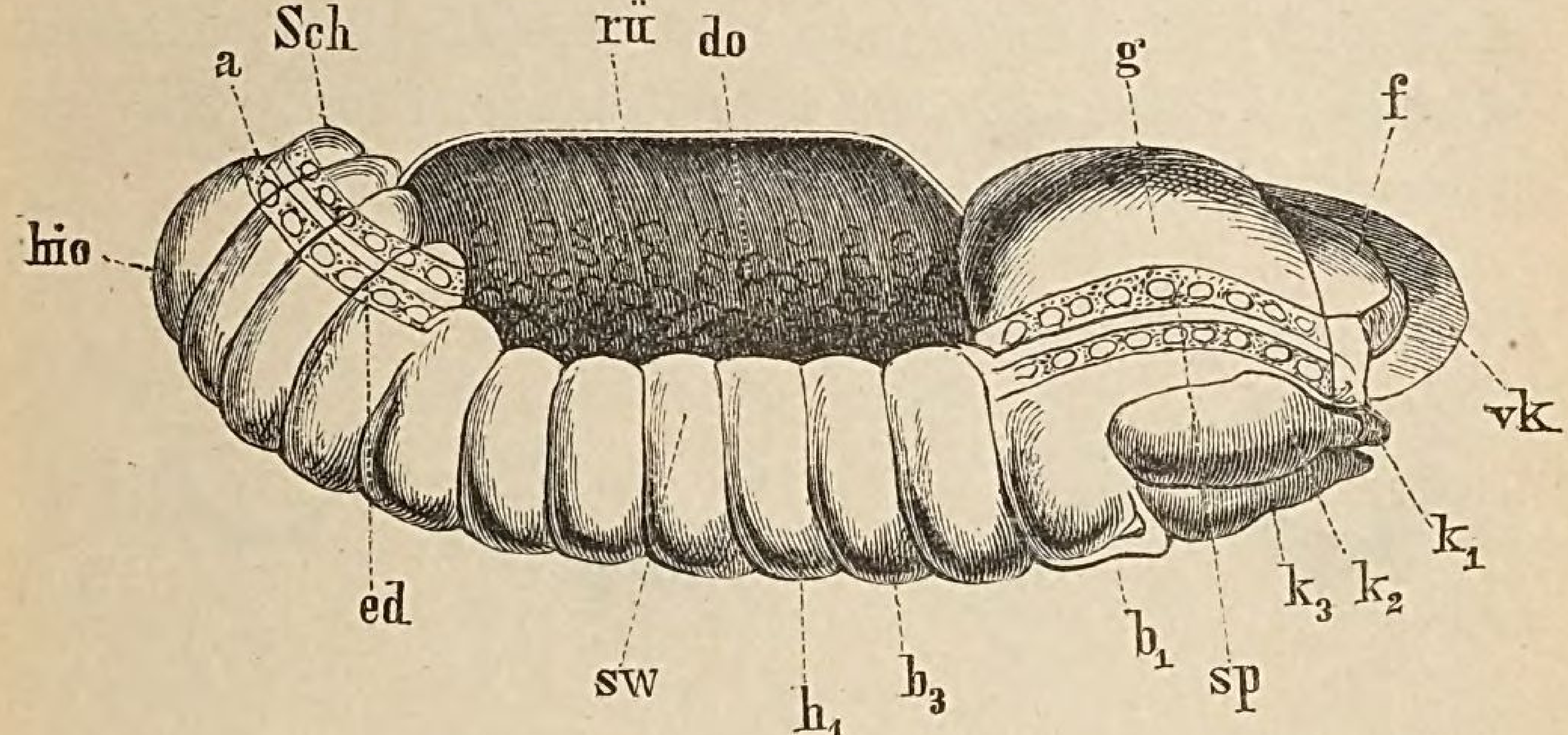


Fig. 145.
Profilansicht eines fast vollendeten Embryo von Chironomus (nach Weismann). vk Vorderkopf, g Gehirn, f Fühler, k1—k3 Kiefer, sp Speiseröhre, ed Enddarm, beide durch Einstülpung des Exoderms gebildet und münden in do, den Dottersack (Mitteldarm).

zogen, über deren Verhalten man nachstehende Fig. 146 zu Rathe ziehe.

Die dicke, in der Mitte eingekerbte Lage (Ex) ist der Querschnitt durch unsern noch sehr flachen Kahn. Soweit nun dessen Wände reichen, geht auch eine dünne Decke, die Innen-

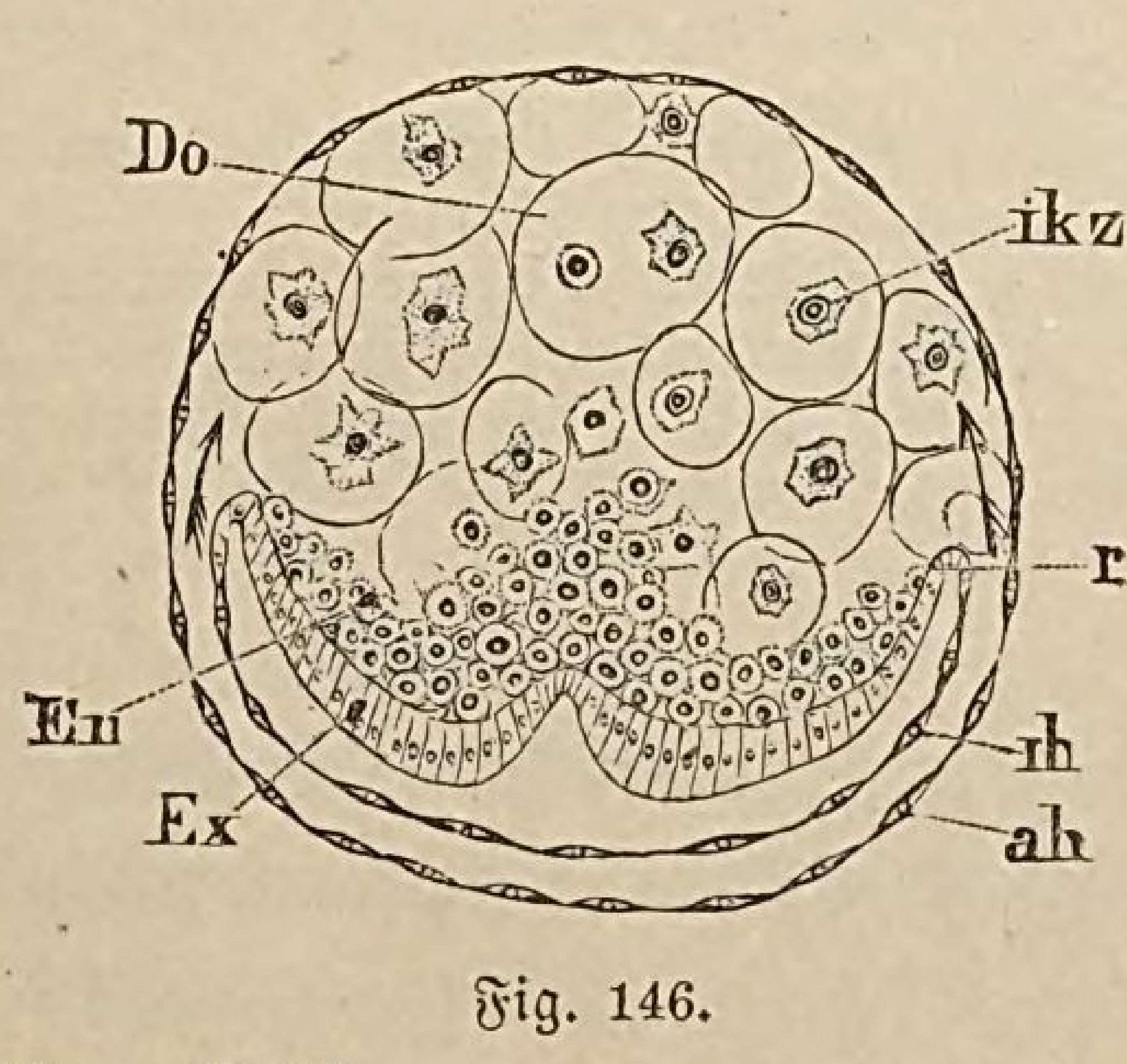


Fig. 146.

hülle (ih), welche ringsum mit den Kahnrändern verwachsen ist. Do ist dann die hoch über Bord aufgehäufte Ladung, welche mitsammt dem Embryo von einer zweiten Decke, der Außenhülle (ah), umspannt wird. Dasselbe sieht man auch am Schema Fig. 147 A, wo k der Embryo, i die Innen- und a die Außenhülle.

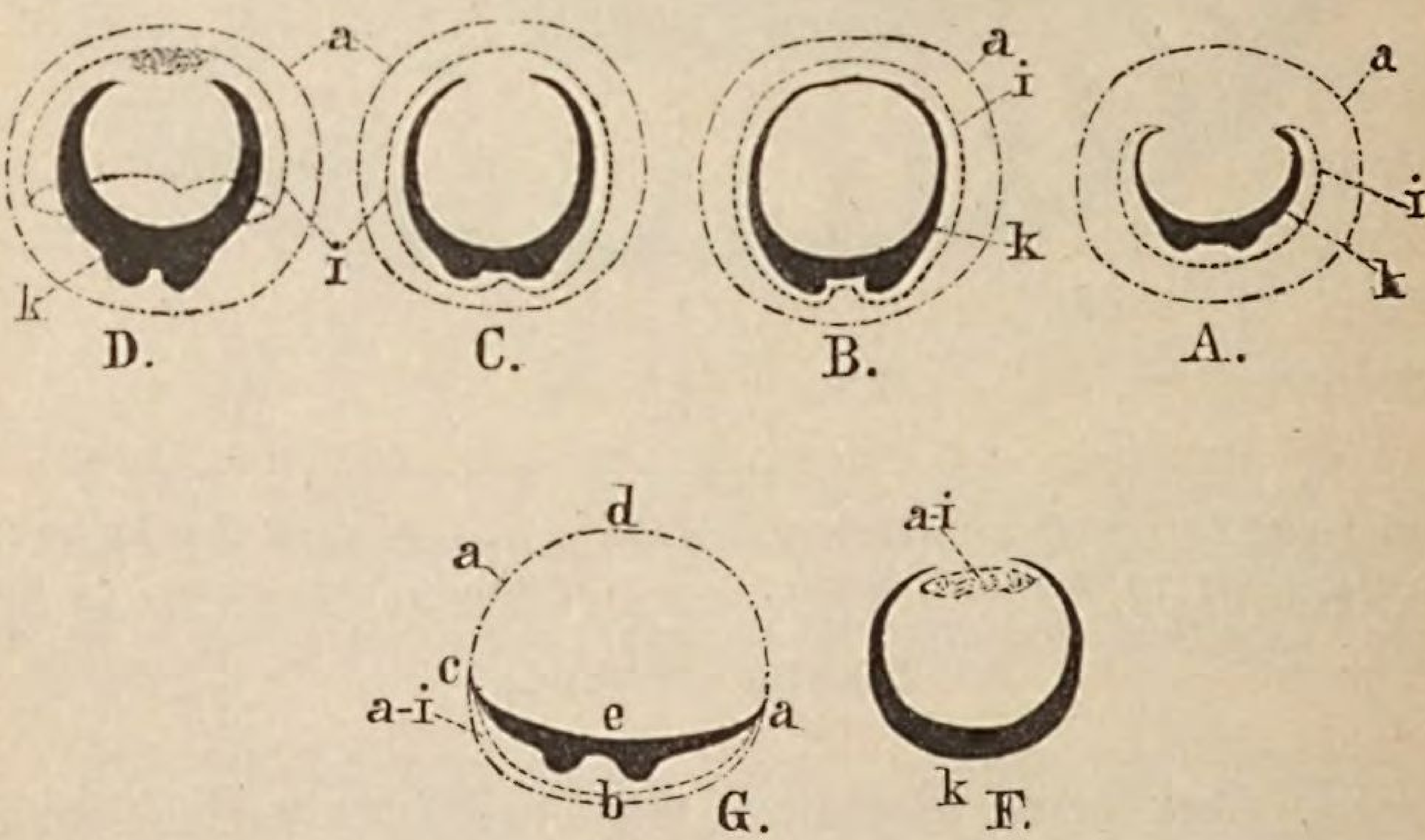


Fig. 147.

Schemata zur Erläuterung der Embryonalhüllen der Insekten mit sog. äußerem Keimstreif an Querschnitten.

k Keim, i Innen-, a Außenhülle, a-i verschmolzene Innen- und Außenhülle.

A Allgemeiner Typus.

B Stadium bei der Biene und bei Schmetterlingen (nach Kow.), mit zwei allseitig geschlossenen Hüllen.

C Stadium bei Phryganea, Donacia etc. (nach Melnik.), mit abgelöstem Keimstreif.

D Desgleichen nach erfolgtem Riß der Innenhülle.

F Desgleichen, wobei die am Rücken zusammengeschrumpfte Innen-Außenhülle von der dorsalwärts sich schließenden Haut des Embryo umwachsen wird (Dohrn).

G Von Hydrophilus (nach Kow.). Das größere Hüllensegment a d c verwächst mit dem Keimstreif a e c, während das kleinere a b c sich auflöst.

(Original.)

Die Frage ist nun, wie sich die Leibeswand des Embryo am Rücken ergänzt, wie sie also aus einer Rinne ein completes Rohr wird.

Für den Fall, als sich bei der Schließung der Leibeswand in irgend einer Weise auch die beiden, gleich dem Embryo selbst ja auch aus der Keimblase entstandenen Hüllen betheiligten, gäbe es selbstverständlich der Möglichkeiten oder Variationen wieder sehr viele, und siehe da, alle oder doch die meisten dieser Conjecturen sind auch faktisch schon angenommen worden.

Fragen wir aber einmal, welche Rückenschließungsweise erstens mit Rücksicht auf analoge Zustände bei den Wirbelthieren und zweitens mit Bezug auf die diesem Akte vorhergehende Faltenbildung an der Bauchseite wohl die naheliegendste sein möchte, so bietet sich die Lösung des Problems an der letzterwähnten Fig. 147 A so zu sagen von selbst dar.

Es brauchen nur die beiden Falten, welche die Embryowand mit der Innenhülle bildet und die wir früher als negative beziehungsweise als dorsale, d. i. zum Rücken hinstrebende bezeichneten, nach oben verlängern und über dem Dotter zusammenwachsen, so erhalten wir (Fig. 147 B) gleichzeitig 1) eine allseitig geschlossene Leibesform (k) und 2) eine letztere rings umgebende Innenhülle (i).

Sonderbarerweise ist aber diese einfachste Art der Rückenschließung erst zuletzt und zwar von Kowalewski für die Biene und (unter gewissen Modificationen) auch für die Schmetterlinge nachgewiesen, während von demselben Forscher für andere Insekten z. Th. noch die früheren Annahmen beibehalten werden.

Auf Grund ausgedehnter eigener Studien sind wir aber in der Lage, behaupten zu können, daß die Rückenschließung durch einfaches Verwachsen der Dorsalfalten die verbreitetste zu sein scheint und speciell auch bei solchen Insekten (z. B. Käfern) vorkommt, denen K. selbst sowie andere Embryologen, wie besonders Melnikow, ein abweichendes Verhalten zuschreiben.

Zu größerer Deutlichkeit beliebe man die Figuren 146 A B C (von Lina) zu vergleichen. Bei B liegen die Ränder der gewissen Dorsalfalten (r) noch sehr tief; der Embryo ist ein flacher Kahn.

Sie erheben sich aber rasch in der Richtung der Pfeile, und bei C stehen sie schon hoch am Rücken (r). Der Embryo gleicht einem stark überwölbten Boote.

An ganz durchsichtigen Embryonen z. B. bei Chironomus kann man übrigens diese Dorsalfalten auch direkt sich vereinigen sehen, und daß dies auch bei Lina geschieht und daß hier nach erfolgter Vereinigung faktisch außer der geschlossenen Leibesform auch eine sie rings umgebende Innen- und Außenhülle besteht, ist schon aus Fig. 141 (S. 433) zu ersehen, welche Figur zugleich die specifischen Eihüllen zur Ansicht bringt.

Von letztern unterscheidet man außen zunächst die derbe lederartige Eischale (ch), darauf die dünne meist nur an Schnitten wahrnehmbare Dotterhaut (dh). Nun kommen erst die eigentlichen Embryonalhäute. Die äußere derselben (ah) liegt unmittelbar der Dotterhaut an und ist einer den Embryo einhüllenden Windel zu vergleichen. Die innere Hülle hingegen (ih) gleicht einem zarten Kleide, das sich allen Unebenheiten des Embryo anschmiegt. Wir unterscheiden daran eine Haube für den Kopf, einen Kragen für den Hals, eine Decke für den Rücken, Scheiden für die Beine u. s. w. Erst auf diese Membran folgt dann die eigentliche und zwar schon mit einer Chitinlage versehene Haut des jungen Insekts, welche in Folge der Präparation sich bisweilen ablöst.

Das Wachsthum der gewissen inneren Falten, durch welche die obere Leibeswand gebildet wird, erfolgt fast allgemein so, daß sie, knapp unter der äußeren Hülle liegend, den freiliegenden Dotter von allen Seiten umspannen und schließlich

nach ihrer Vereinigung denselben vollständig zwischen sich einschließen. Eine bemerkenswerthe Ausnahme machen aber, wie zuerst Kowalewski und Dohrn zeigten, die Schmetterlinge. Hier neigen sich nämlich die freien Ränder der offenen Keimstreifrinne nicht über, sondern innerhalb des Dotters zusammen, und nach stattgefundener Vereinigung bleibt ein großer Theil des letzteren außerhalb des geschlossenen Embryo auf dem Rücken liegen.

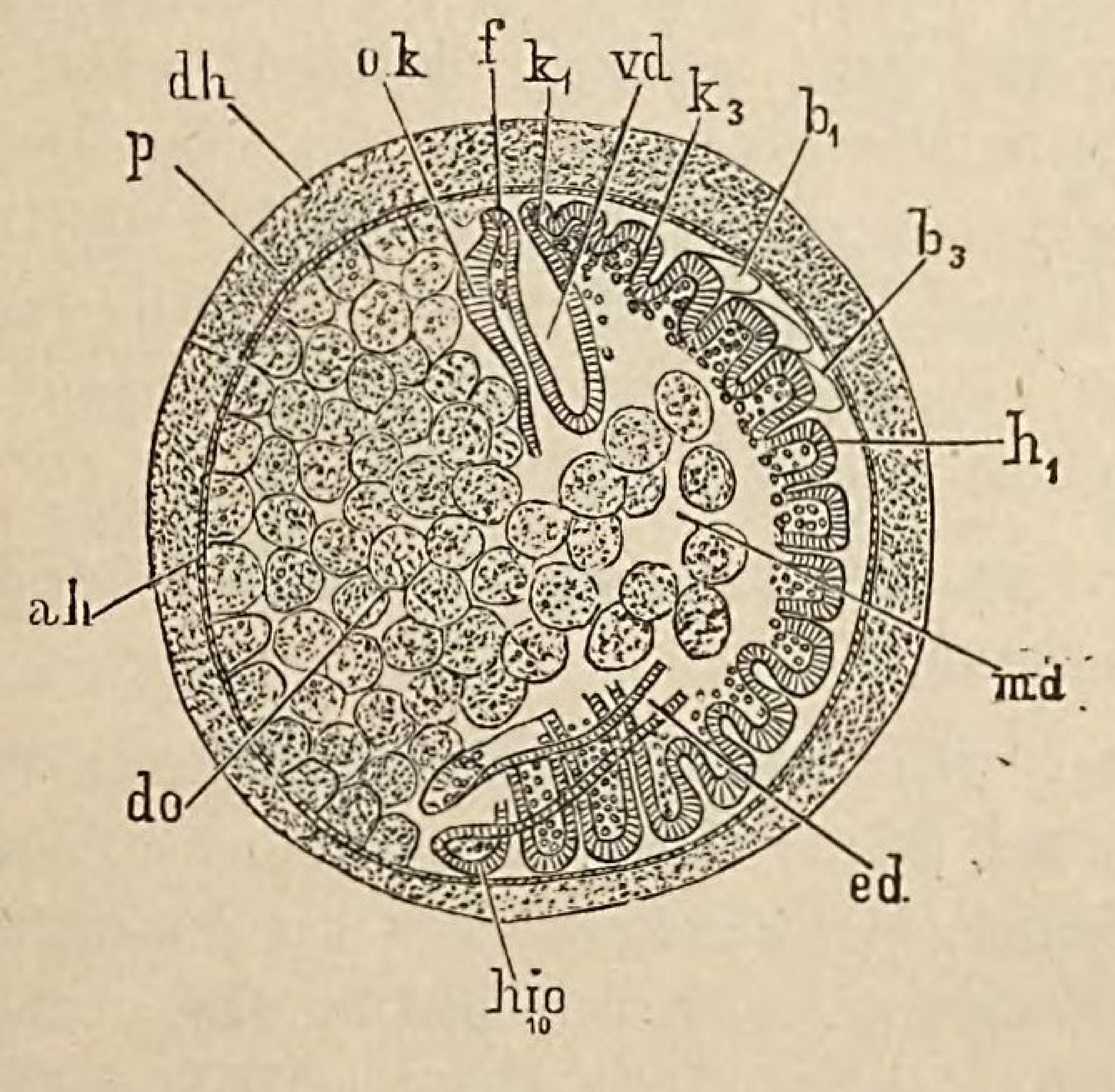


Fig. 148.
Längsschnitt durch ein 10 Tage altes Ei des Schwammspinners mit Hinweglassung der Schalenhaut.
dh Dotterhaut, ah äußere Hülle (die innere vom Xylographen übersehen worden), p peripherischer, do eigentlicher Dotter, uk Urkopf („Seitenplatten"), f Fühler vd blindsackartiger Vorderdarm, k_1—k_3 Kiefer-, b_1—b_3 Beinanlagen, h_1—h_{10} Hinterleibsringe (die letzten bereits geschlossen), ed Enddarm, md künftiger Mitteldarm. (Original.)

Näher erläutert wird dies Verhalten durch unsern Längsschnitt Fig. 148. Die zweite Kreislinie ah ist die äußere Hülle, welche den Embryo sammt dem Dotter umgibt. Die convexe unmittelbar der Außenhülle anliegende Seite des Embryo ist

dessen Bauchtheil. Zwischen dem Kopf (vk) und dem Schwanzende (h_{10}) bemerkt man ferner und zwar auf der Rückenseite eine nabelartige Oeffnung, durch welche der Innenraum des Embryo mit dem äußeren Dotter zusammenhängt. Letzterer wird später, nach vollzogener Rückenschließung, vom Embryo durch den Mund aufgenommen, ist also ein „Nahrungs“-dotter im strengsten Sinne dieses Wortes.

Die Falter zeigen noch eine andere Eigenthümlichkeit. Während sonst die äußere Hülle (ah) der Dotterhaut eng anliegt, findet man hier ganz allgemein zwischen diesen Membranen einen größeren Zwischenraum, der mit einer am gehärteten Ei bröselig geronnenen Substanz erfüllt ist. Mit der äußeren Hülle selbst wird später auch dieser peripherische Dotter vom Fötus aufgezehrt. Nebstbei schwitzt dann die äußere Hülle noch eine besondere Chitinhaut aus.

Ganz kurz seien nun noch die übrigen Rückenschließungshypothesen berührt.

Die der sicher erwiesenen Faltungstheorie am nächsten stehende ist von Melnikow, der, vor der völligen Vereinigung der Falten, die Leibeswand von der Innenhülle sich losreißen und hierauf, beiderlei Membranen unabhängig von einander sich schließen läßt. Bei der Hülle sollte dies (vgl. Schema 147 C) früher geschehen.

Die übrigen Ansichten kann man als Einstückelungshypothesen zusammenfassen, da sie alle auf der Annahme beruhen, daß der Rückentheil der Leibeswand direkt durch Einfügung der Hüllen entstehe. Da gibt es aber, was gewiß nicht sehr für die Richtigkeit dieser Anschauungen spricht, nicht weniger als drei Variationen. Die Completirung oder Ausflickung des Rückens soll nämlich entweder durch die Innenhülle oder durch die Außenhülle allein, oder durch beide zugleich geschehen.

Die erste Variation, durch Mecznikow vertreten, ist in Fig. 147 D fixirt. Hier soll dem Abschluß des Rückens durch die Innenhülle ein Zerreißen der letzteren vorausgehen, ein Vorgang, der auch faktisch nicht selten z. B. bei Phryganea vorkommt.

Fraglich ist es aber noch, ob die aus dem Zerfall der Innenhülle hervorgehende und dem noch offenen Rücken pfropfartig aufsitzende Zellmasse direkt in die Leibeswandung übergeht. —

Die zweite dieser Anschauungen nennen wir kurz die Kowalewski'sche. Trotz ihrer Complicirtheit wollen wir versuchen, sie dem Leser deutlich zu machen. Er betrachte den Querschnitt in Fig. 147 G. Der dunkle Streif cea ist die bauchständige Keimanlage. Darunter bemerkt man nun zwei Linien: cba. Davon ist eine die Innenhülle, die andere der ventrale oder untere Abschnitt der Außenhülle. Der Bogen (cda) über dem Keimstreif ist das obere Segment der Außenhülle. Kowalewski nimmt nun an, daß in einem gewissen Stadium die Hüllgebilde unter dem Keimstreif (a-i) verschwinden und daß gleichzeitig der auf diese Art isolirte Keimstreif mit dem obern Theil der äußeren Hülle zusammenwachse. Der eigentliche Keimstreif würde also die Bauchhemisphäre, die äußere Hülle die Rückenhemisphäre des Thieres bilden. Die Hülle selbst gehe aber zu dem Zwecke ganz eigenthümliche Veränderungen ein, welche in gewissem Sinne die früher am Keimstreif abgelaufenen wiederholen.

Zunächst bilde sich auf ihr (Fig. 151) eine Verdickung, die Rückenplatte (rp). Dann erheben sich die dünnen Randstellen in Gestalt zweier Falten (rw), welche über der Platte zusammenwachsen und dieselbe in ein (Rücken-) Rohr verwandeln. Letztere Vorgänge wären nicht bloß an Querschnitten, sondern auch an Totalansichten des Embryo bemerkbar.

So zeigt uns Fig. 149 A die Rückenplatte (rp) sowie die seitlichen Falten, welche sich hinten bei f bereits zu einem Blindsack vereinigt haben. Indem dieser Sack sich nach vorne verlängert, entsteht das bei B sichtbare Dorsalrohr.

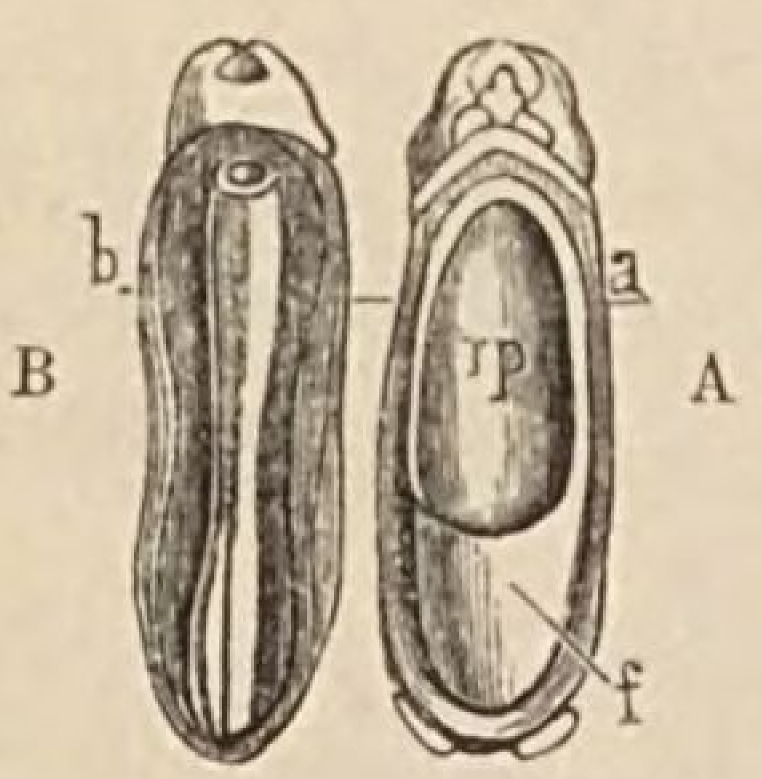
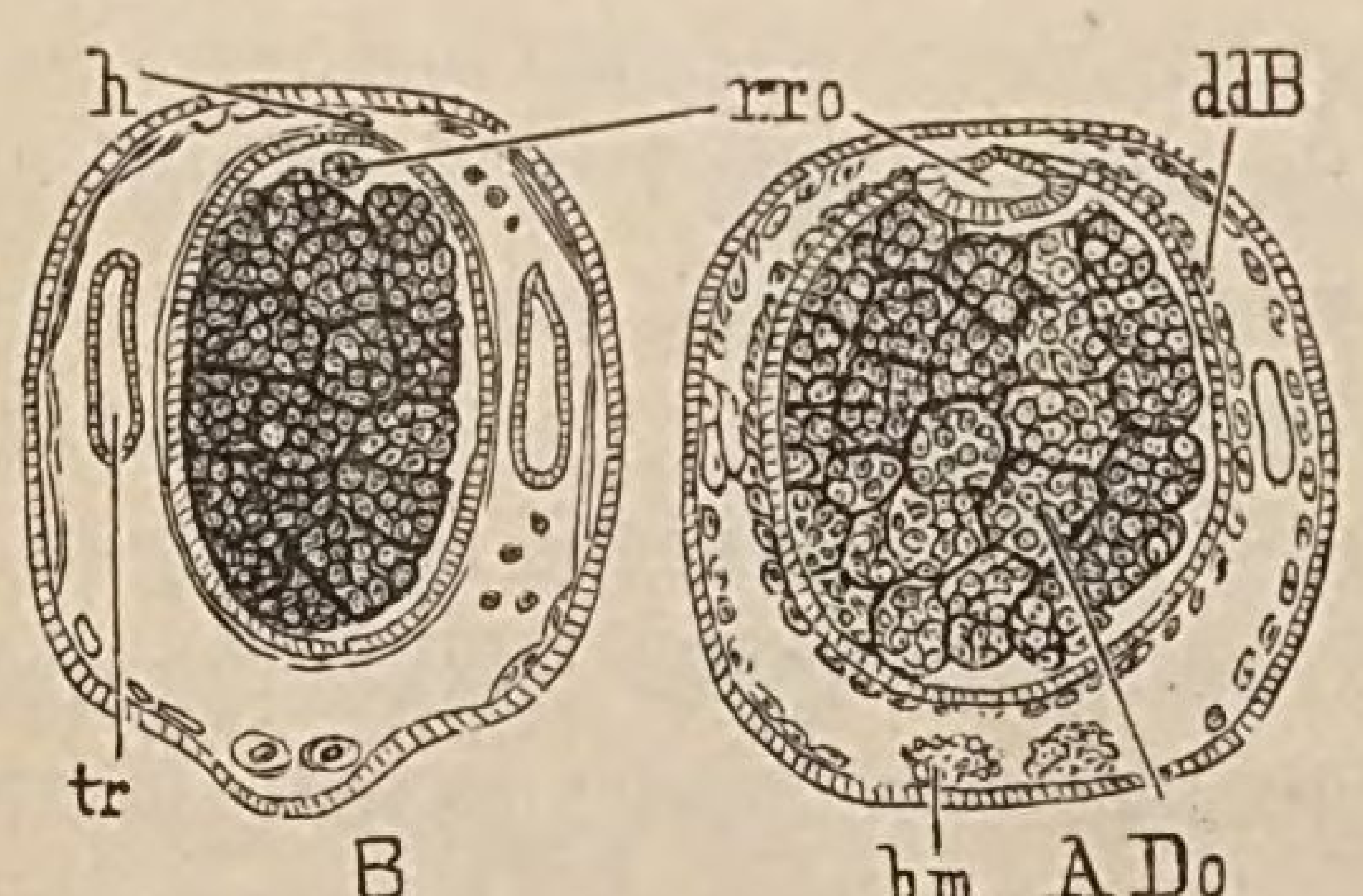


Fig. 149.
Embryonen von Hydrophilus von der Rückenseite, nach Kow.
A rp Rückenplatte.
B Rückenrohr.

Die weiteren Veränderungen dieser merkwürdigen Bildung zeigen Fig. 150 A und B. Das Rohr (rro) schnürt sich allmälig von der Rückendecke ab und geht schließlich (B) und zwar innerhalb des Darmes spurlos zu Grunde. —

Wir erwähnen noch flüchtig, daß Dohrn dieses Kowalewski'sche Rückenrohr für die zerrissene und auf dem Rücken sich zusammenziehende Außen-Innenhülle betrachtet, die dann schließlich (Schema 147 E) unter ganz



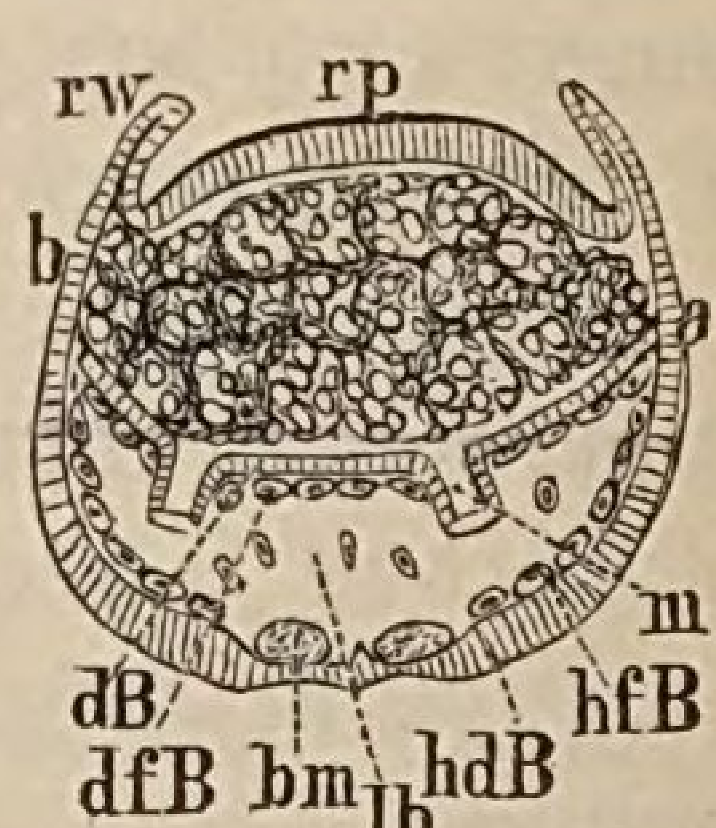


Fig. 150. Fig. 151.
Querschnitte durch obige Embryonen, nach Kow.
rp Rückenplatte, rw Rückenwülste, rro Rückenrohr.

ungewöhnlichen Umständen von der Leibeswand überwachsen würde. —

Ob es nun in jedem einzelnen Falle so oder so ist, läßt sich a priori allerdings schwer entscheiden; das aber darf man

wohl sagen, daß das endliche Schicksal der Hüllen z. Th. ein sehr verschiedenes ist.

So viel über die äußere Vollendung der „Außenkeimer".

Es erübrigt uns noch zum Schluße, auf den Innenkeim zurückzukommen, den wir in Fig. 127 in einer handschuhfingerartigen Einstülpung der Keimblase verließen.

Beistehende Figur 152 A führt uns nun einen solchen, aber bis auf den fehlenden Rücken schon sehr entwickelten Binnenembryo einer Libelle neuerdings vor.

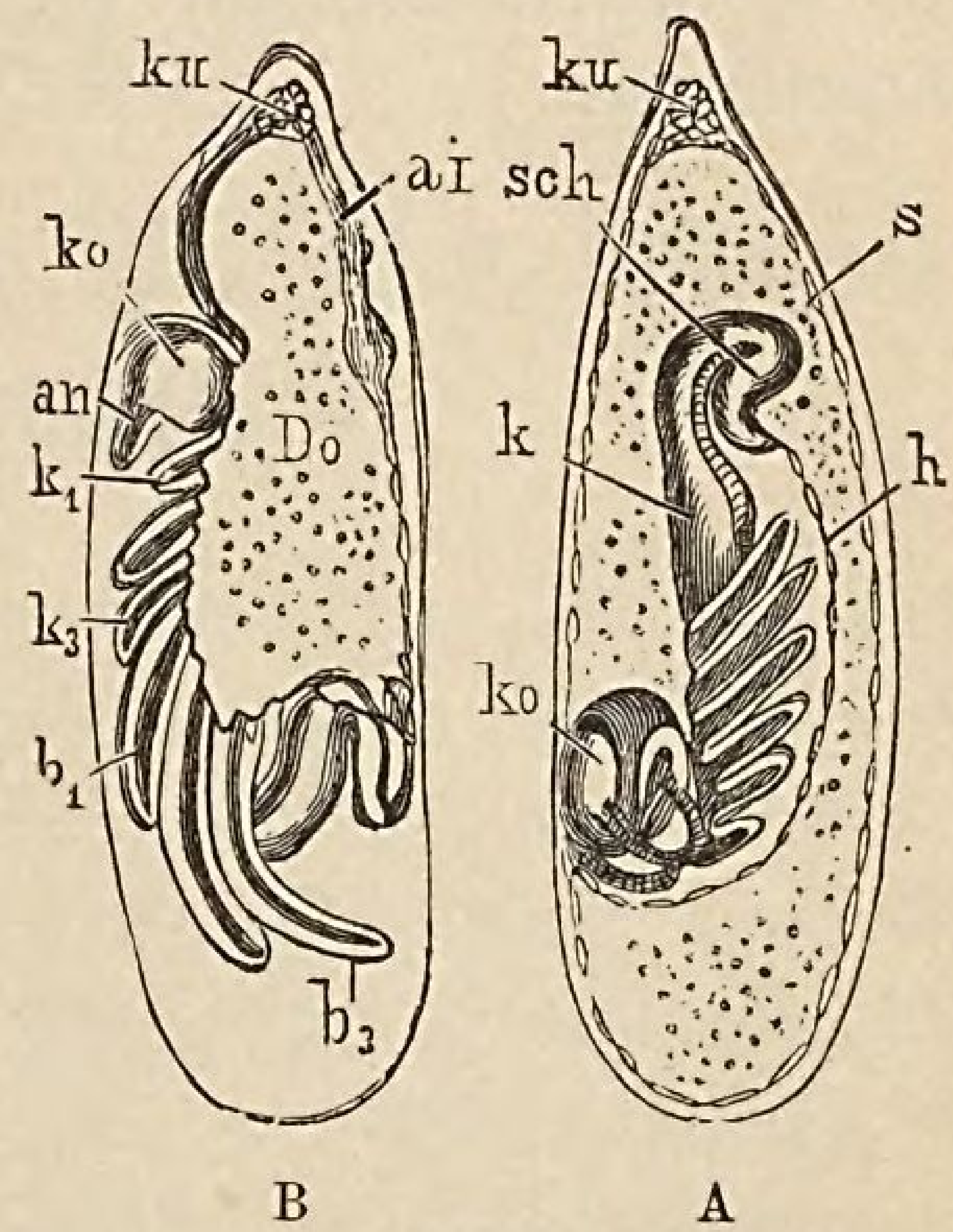


Fig. 152.
Embryone von Calopteryx (Libelle) in der Eischale, nach A. Brandt.
s äußere Hülle (Keimblase), ku kuchenartige polare Verdickung derselben, h innere Hülle, ko Kopf, sch Schwanz des Embryo.
an Fühler, k_1—k_3 Kiefer, b_1—b_3 Beine.

Wie wird nun dieser seinen Rücken erhalten? Im Ganzen, wie aus eigenen Schnitten zu ersehen, auf dieselbe Weise d. h. durch Verlängerung der gewissen (auf Fig. 127 mit r angedeuteten) Rückenfalten.

Wie Fig. 152 A zeigt, ist aber hier nicht aller Dotter wie bei den Außenkeimern über dem Rücken des Embryo vereinigt, und eben dies scheint, bevor es zum völligen Abschluß des letztern kommt, im Verein mit andern Ursachen eine auffallende Lageveränderung nothwendig zu machen.

Der rinnenförmige Embryo stülpt sich, um es kurz zu sagen, mit dem Kopf voran, aus seiner Tasche hervor und nimmt die auf B bezeichnete Außenkeimlage an, wobei, wie durch künstliche Imitation dieses Vorganges an einer Doppelblase zu beobachten, die gleichzeitig zerreißenden, aber der

Embryowand sich eng anpressenden Hüllen den provisorischen Rücken bilden. —

Mögen übrigens hier sowohl als in den früheren Fällen die zelligen Hüllen was immer für Veränderungen erleiden, so werden sie doch schließlich immer vom Embryo vollständig resorbirt, und hierin liegt ein wichtiger Unterschied gegenüber dem bekannten Schicksal der analogen Gebilde bei manchen Wirbelthieren.

II. Theil.

Entwicklung nach dem Verlassen des Eies (Postembryogenese).

Die Erfahrung lehrt, daß die Entwicklung der aus Eiern (oder sonstwie) erzeugten Nachkommen eines Thieres früher oder später mit einem Zustand ihren definitiven Abschluß findet, der, von unwesentlichen Modificationen abgesehen, nichts Anderes als eine Wiederholung des Zeugungsorganismus, oder eine Wiederherstellung des Ursprünglichen ist. Diesen Zustand nennt man bekanntlich das Reifestadium, und charakterisirt sich dasselbe 1) durch eine gewisse Normalgröße, 2) durch eine bestimmte Körpergestalt und 3) endlich, durch die Fähigkeit der geschlechtlichen Fortpflanzung.

Dies Gesetz hat nun, wie jeder weiß, auch auf die Insekten Anwendung, d. h. aus dem Ei eines Schmetterlings z. B. entsteht immer wieder ein Schmetterling, aus dem Ei der Biene eine Biene und niemals etwas Anderes.

Ohne uns jetzt zu fragen, ob die Vorgänge während der früher behandelten ersten Entwicklungsperiode immer von der Art sind, daß dabei, bildlich zu sprechen, stets nach dem endlichen Ziele hingearbeitet wird, wollen wir nunmehr das letzte Resultat dieser Entwicklung, d. i. den fertigen Embryo mit seinen Eltern vergleichen.

Und da zeigt sich sofort einmal, daß der ausgebildete Embryo oder was dasselbe ist, der junge Nach- (Post-) Embryo bei sämmtlichen Insekten in mehrfacher Hinsicht vom definitiven Zustand verschieden ist, und dann daß die Größe dieses Unterschiedes bei den verschiedenen Insekten eine außerordentlich ungleiche ist.

Die allgemeinen Unterschiede liegen 1) in der Größe. Kein Embryo ist bekanntlich so groß wie das Mutterthier, sondern, und oft um das Hundertfache, kleiner als das letztere. Sie liegen dann 2) in der Unfertigkeit der Zeugungsorgane resp. in der Unfähigkeit zur geschlechtlichen Fortpflanzung.

Schon daraus folgt, daß die Entwicklung des Insekts mit der Embryonalperiode noch nicht zu Ende ist, sondern daß es auf alle Fälle noch wachsen und gewisse Organe weiter ausbilden muß.

Aus dem Umstande, daß das junge Insekt wachsen oder an Masse zunehmen muß, folgt ferner, daß diese Veränderungen nicht mehr an einem nach außen hin unthätigen Wesen vor sich gehen können, sondern daß das sich weiter Entwickelnde, wofür es eben im Ei die nöthige Ausrüstung an Sinnes-, Bewegungs- und Aufnahmsorganen erhalten hat, in Zukunft für sich selbst zu sorgen hat.

Mit dieser, wie es scheint, dem mündig gewordenen Insektensprößling nicht so unangenehmen Obliegenheit, ist aber auch eine Plage, nämlich die in Folge des W a ch s t h u m s nothwendig werdende p e r i o d i s ch e H ä u t u n g verbunden.

Um nun auf die besonderen d. h. auf die von Art zu Art wechselnden Unterschiede zwischen dem jungen Postembryo und dem Reifestadium zu kommen, so handelt es sich dabei um diverse mehr weniger auffallende Abweichungen in Bezug auf die ganze Körpergestaltung, und so müssen dem Endstadium selbstverständlich eine Reihe von Neuerungen und Wandlungen

vorausgehen, die es, im Zusammenhange mit den früher bezeichneten Zustandsveränderungen, vollkommen gerechtfertigt erscheinen lassen, die postembryonalen Vorgänge nur als Fortsetzung und Vollendung der Embryonalentwicklung aufzufassen.

Bevor wir aber in ausführlicher und systematischer Weise auf die Schilderung und Vergleichung dieser, wie sich zeigen wird, nur allzu mannigfaltigen und verwickelten Er-

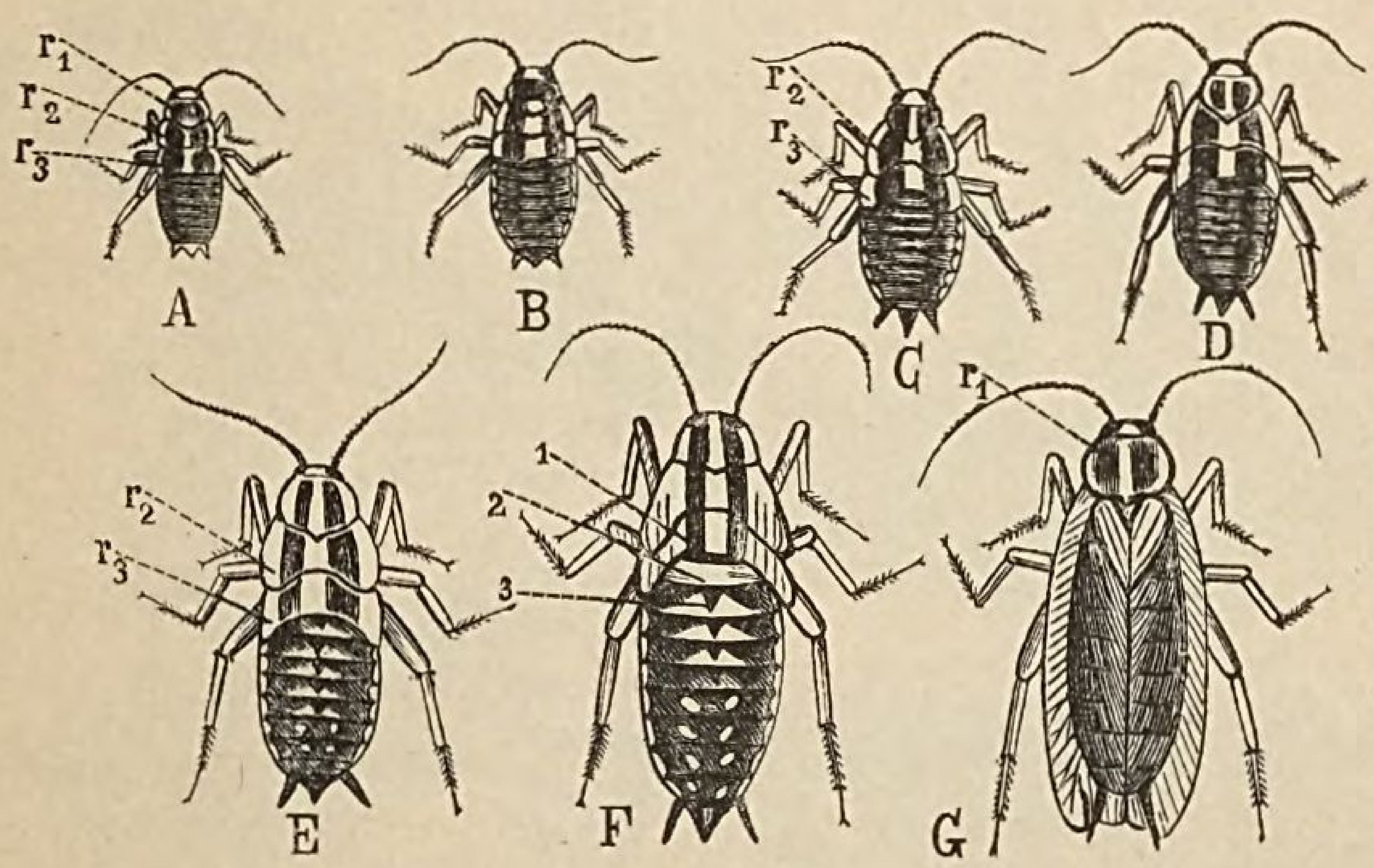


Fig. 153.
Zur Entwicklung der Küchenschabe (Blatta germanica), 1½ vergr.
r1 Vorderrücken, r2 Mittel- und r3 Hinterrücken. Aus den hintern Seitenrändern der letztern zwei Platten entstehen die Vorder- und Hinterflügel. A 1., B 2., C 3., D 4., E 5., F 6. Entwicklungsstadium, G das vollendete Insekt. 1, 2, 3 erster, zweiter und dritter Hinterleibsring. (Original.)

scheinungen eingehen, dünkt es uns zumal für den Nichtfachmann sehr wünschenswerth, ihn an der Hand etlicher Beispiele schon zum Vorhinein über einige der wichtigsten Thatsachen und der darauf bezüglichen Begriffe zu orientiren und so auf das Weitere vorzubereiten.

Auf vorstehendem Bilde (153) wird zunächst die „freie“ Entwicklung eines allen Lesern bekannten Kerfs, nämlich

der Küchenschabe vorgestellt, jedoch selbstverständlich nicht in allen einzelnen überhaupt unterscheidbaren Bildungszuständen, sondern nur in sieben durch die Häutung markirten Hauptstadien (A—G). Auch ohne diese Abbildung weiß man, daß die ganz jungen „Russen" bis auf die fehlenden Flügel und einige andere Unvollkommenheiten den „Alten" gleichen, sowie, daß sie mit jeder Häutung unter zwar sehr langsamer, aber doch stetiger Entfaltung der Flügel-„Ansätze" am Mittel- und Hinterrücken (r_2, r_3) denselben immer ähnlicher werden.

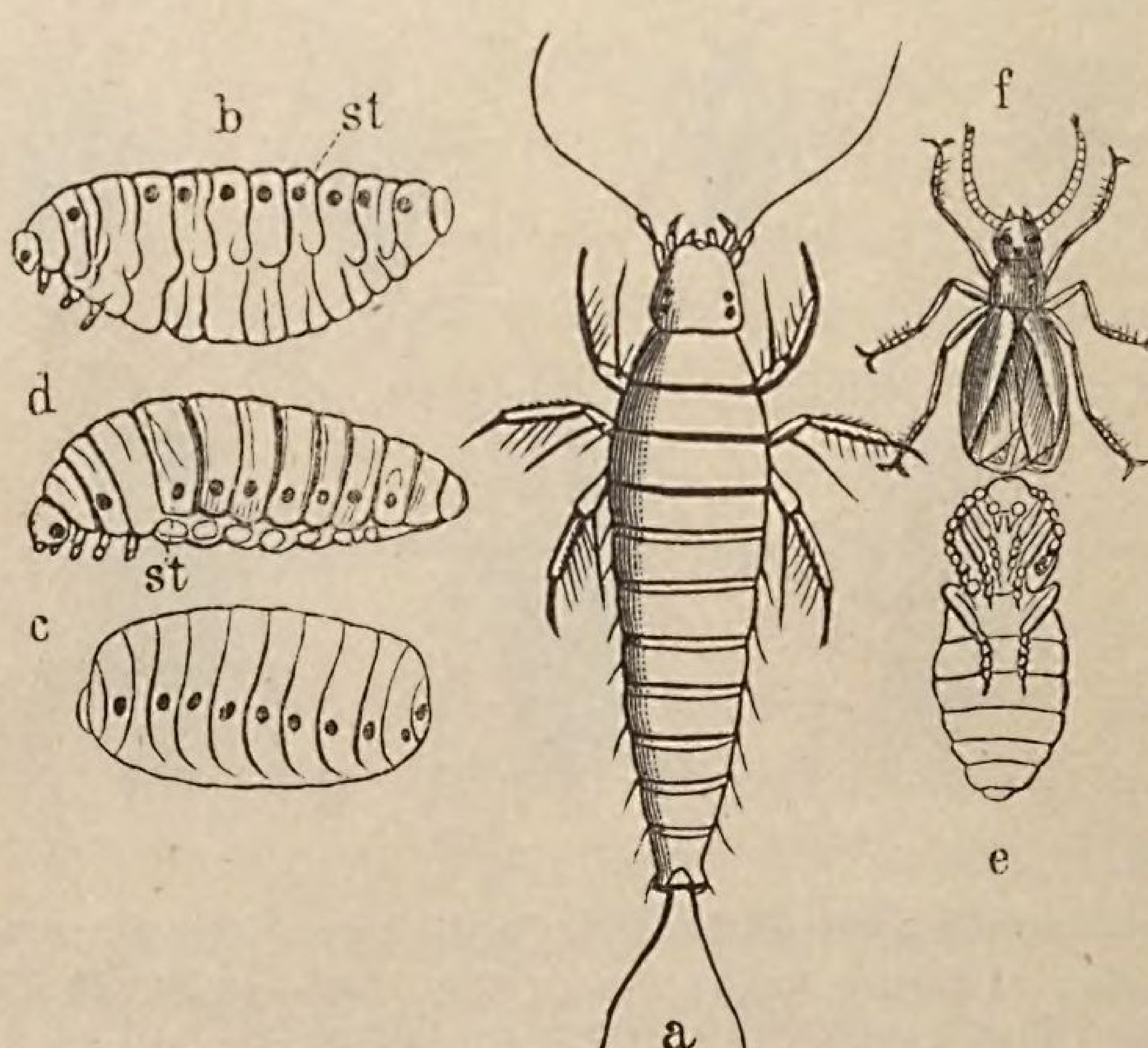


Fig. 154.
Entwicklung von Sitaris humeralis (s. S. 296).

Da nun alle diese Bildungsstadien — vom ersten bis zum letzten — und zwar auch innerlich genau denselben Typus haben, so nennen wir diese Entwicklungsweise die gleichförmige oder homotypische.

Ganz anders verhält es sich mit den in Fig. 154 abgebildeten sechs Hauptphasen eines schon früher einmal er-

wähnten Käfers, nämlich von Sitaris. Hier ist nur die letzte der vorgeschlechtlichen Entwicklungsformen (e) dem Endstadium d. i. dem Käfer (f) ähnlich, während die vier vorhergehenden (d, c, b, a) sowohl unter einander als auch vom letztgenannten verschieden sind. Und zwar betrifft dieser Unterschied, man vergleiche z. B. c mit f, nicht etwa bloß die neben-

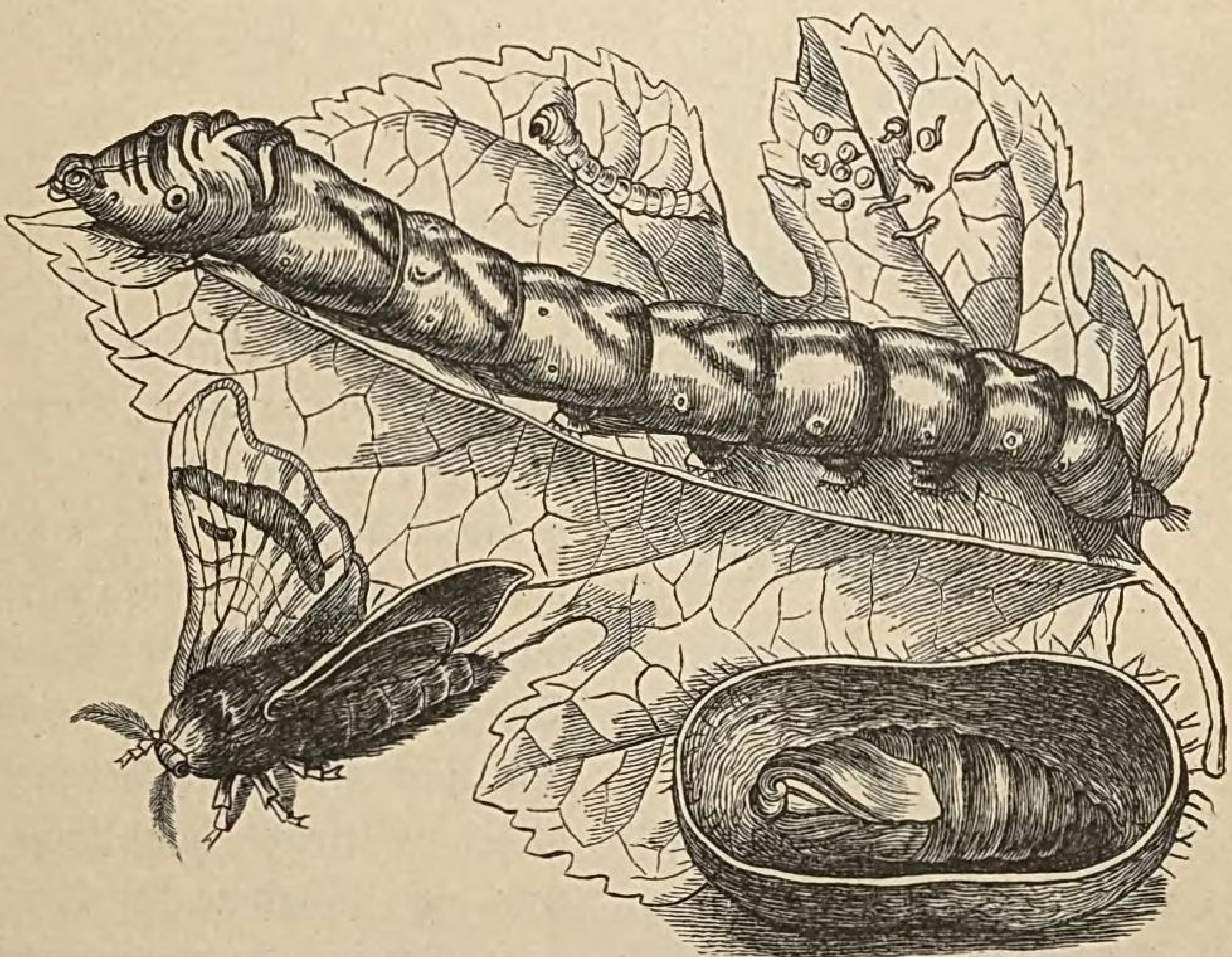


Fig. 155.
Raupe, Puppe, Schmetterling (Seidenspinner).

sächlichen Theile, sondern es ist offenbar der ganze Habitus, die ganze Person eine andere, und eine innere Zergliederung und stückweise Confrontirung der Organe würde gleichfalls viele und sehr bedeutende Differenzen ergeben.

Weil nun hier in der ganzen Reihenfolge der Umänderungen mehrere und z. Th. ganz unähnliche, ja typisch

verschiedene Zustände auftreten, so nennen wir diese Entwicklung eine **ungleichförmige***) oder **heterotypische**.

Die Art von ungleichförmiger Entwicklung, wie wir sie bei Sitaris und manchen andern Insekten finden, ist aber nicht die gewöhnliche. Die Regel ist nämlich, daß dem Reifestadium nicht mehrere, sondern, wenigstens nach der vulgären Auffassung, nur zwei verschiedene Zustände vorhergehen.

Man besehe sich zu dem Zwecke die Entwicklung des Maulbeerspinners in Fig. 155.

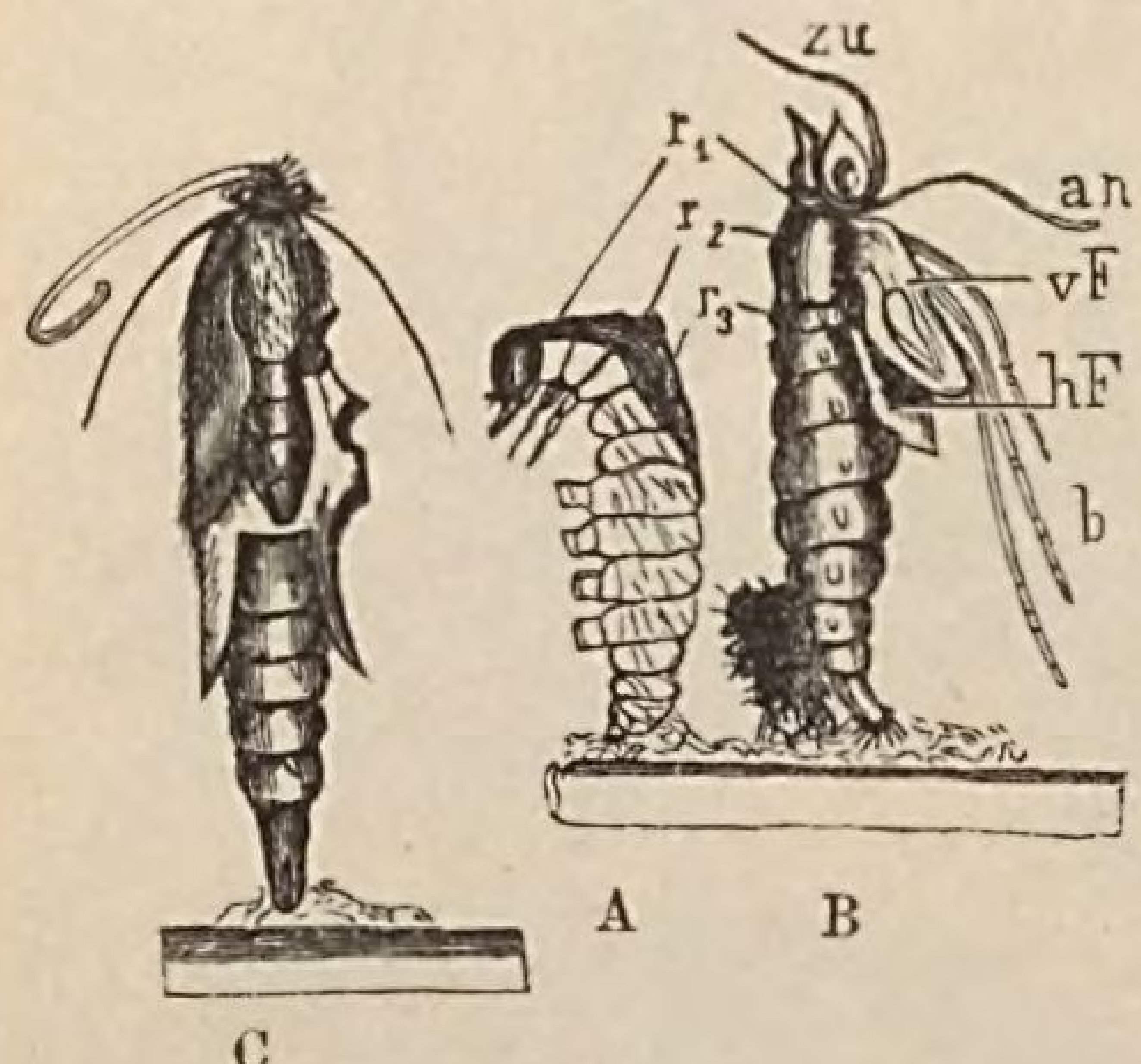


Fig. 156.
Verwandlung des Nesselfalters (Vanessa Urticae).
A Raupe, an einem Ast hängend, mit am Rücken aufspringender Chitinhaut. r1—r3 Vorder-, Mittel-, Hinterrücken.
B Puppe, unmittelbar nach dem Abstreifen der an ihrer Hinterleibsspitze eingeklemmten Raupenhaut. zu Zunge, an Fühler, vF Vorder-, hF Hinterflügel, b Beine. Alle Anhänge frei.
NB. Beide Figuren hat man sich in hängender Lage zu denken.
C Falter, die Puppenhülle verlassend. Nat. Gr. (Original.)

Aus dem Ei (ganz oben auf dem Blatt kommt ein kurz- aber vielbeiniges Geschöpf, das dank seiner Gefräßigkeit sehr rasch zu dem großen „Wurm" (auf der Mitte des Blattes) heranwächst, der trotz mehrmaliger Häutung, wenigstens im Ganzen, immer unverändert, immer derselbe bleibt. Da nun alle Veränderungen dieses Wesens hauptsächlich nur auf Zunahme der Größe hinauslaufen, so nennen wir es das **Wachsthumsstadium**.

Wie Fig. 156 in Erinnerung bringt, geht nun, wenn diese Form (A) das letzte Mal die Haut abstreift,

*) Dieser Entwicklungsmodus wird gewöhnlich aber in durchaus nicht bezeichnender Weise als „**Hypermetamorphose**" aufgeführt.

ein ganz unerwartetes Wesen (B) daraus hervor, das, namentlich gleich nach der Häutung, die unverkennbarste Aehnlichkeit mit einem Schmetterlinge hat, jedoch später wieder, indem seine Anhänge, die Fühler (an), Beine (b), Flügel (vF, hF) u. s. w. mit der gleichzeitig erstarrenden Körperhaut verlöthen, einen ganz absonderlichen Charakter annimmt.

Gleich der früheren Form bleibt auch diese, äußerlich betrachtet, immer dieselbe, nur daß hier auch aus naheliegenden Gründen das Wachsthum wegfällt, ja im Gegentheil (vgl. Fig. 155) eine bedeutende Volumsverkleinerung erfolgt.

Nachdem nun aber dieses Geschöpf eine Zeit lang wie todt dagehangen, springt seine Haut auf (C) und hervortritt der wahre Falter in all seiner Farbenpracht und Flatterhaftigkeit.

Damit ist in Kürze eine Vorstellung jener Entwicklungsweise gegeben, die man als Metamorphose, als Verwandlung bezeichnet.

Hinsichtlich der Bedeutung dieser Ausdrücke muß aber gleich bemerkt werden, daß dieselben ursprünglich jener sonderbaren Einschachtelungs- resp. Auswickelungstheorie entsprangen, mit der man sich von Hippon und Diogenes an bis herauf in die Zeit eines Leibnitz, Bonnet und Haller die so auffälligen Erscheinungen der Insektenbildung gar bequem zu erklären suchte. Alles, was werden soll, so stellte man sich vor, also auch das vollendete Insekt ist wenigstens in nuce bereits im Embryo vorhanden, man kann es aber nicht sehen, weil es in verschiedene Hüllen eingewickelt ist, und auch kaum dessen wahre Gestalt errathen, da diese Hüllen ganz andere Gestalten vortäuschen. Mit andern Worten, die definitive Form oder das Imago ist verschleiert, maskirt durch die Haut

der Larve und z. Th. auch noch durch die der Puppe, als welche man die dem Imago ähnliche und unmittelbar vorhergehende Verwandlungsstufe nicht ganz passend und consequent bezeichnete.

Man unterschied also erstens nur so viele Verwandlungsformen, als es Häutungen gibt, und dachte sich dieselben als gleichzeitig neben und in einander existirende, selbständige und scharf gesonderte Zustände.

So unsinnig und lächerlich nun auch die Annahme einer mit einer Puppe und einem Schmetterling schwanger gehenden Raupe ist, so kostete es doch den Begründern der Entwicklungslehre, einem Ch. Wolf, Pander, Baer, Herold u. s. w. nicht geringe Mühe, ihre Fachgenossen zu überzeugen, daß die genannten Formen nur Differenzirungen und Umbildungen einer und derselben Wesenheit sind, und daß insbesondere Larve, Puppe und Imago eine und dieselbe Haut besitzen, die allerdings sehr verschiedene Gepräge annehmen und dem entsprechend auch sehr ungleich aussehende Chitinbälge absondern kann. Leider gibt es auch noch heute Entomologen, die mit den alten Ausdrücken auch die alten irrthümlichen Vorstellungen verbinden, die also z. B. glauben, daß die Raupe, weil sie, äußerlich besehen, niemals Flügelansätze zeigt, auch überhaupt, wenigstens nicht vor der vorletzten Häutung, dergleichen besitzt, als ob je eine organische Bildung plötzlich und unvermittelt entstehen, oder wie mit Zauberschlag in eine andere sich verwandeln könnte.

Für uns hingegen sind die alten Verwandlungstermini „Larve" und „Puppe" nur summarische Bezeichnungen für ganze lange Reihen oder Perioden successive in einander übergehender Entwicklungszustände, die aber, unter dem Ein-

fluß der Existenzbedingungen, eine gewisse äußere Uebereinstimmung zur Schau tragen.

Um aber zu constatiren, daß die „Larve“ in der That nur ganz allmälig in die „Puppe“ und letztere wieder eben so successive in das Imago übergeht, oder daß mit andern Worten einerseits zwischen Larve und Puppe und anderseits zwischen Puppe und Imago mehrere (deutlich unterscheidbare) Zwischenstadien liegen, dazu ist gar nicht immer, wie etwa bei den Schmetterlingen, eine innere Untersuchung, beziehungsweise die Entfernung des Chitinkleides nothwendig; bei manchen Insekten sind diese Mittelstufen schon äußerlich zu erkennen.

Wenn sich der Leser eine Bruttafel der Honigbiene verschafft, viele der schon bedeckelten Zellen öffnet und deren

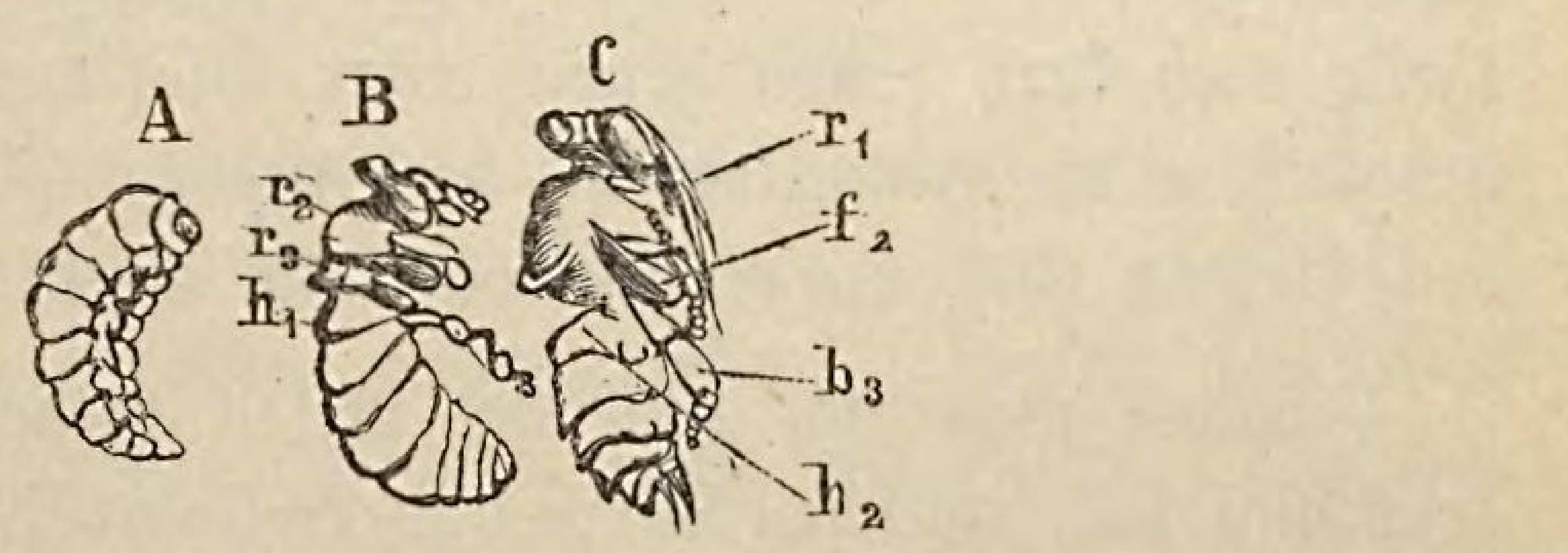


Fig. 157.
Zur Verwandlung der Honigbiene.

A Fast ausgewachsene Larve.
B Halbpuppe. r_2 Mittel-, r_3 Hinterrücken, h_1 1. Hinterleibsring, Vorder- und Hinterflügel kleine (sich noch nicht deckende) Läppchen, Beine (b_3) stummelartig, Rüssel kurz.
C Vollpuppe. r Rüssel, f_2 Vorderflügel, die hintern bedeckend, b_3 vollständig ausgeprägtes Hinterbein, h_2 erster freier Hinterleibsring (der 1. eigentliche Abdomenring der Larve mit dem Brustkorb resp. dem Metanotum verwachsen). Nat. Größe. (Original.)

Bewohner herausnimmt, so wird er unter den letzteren viererlei scharf unterschiedene Formzustände finden, nämlich 1) ausgewachsene Larven (Fig. 157 A), 2) ausgebildete Bienen und

endlich 3) zwei Formen von Puppen (B und C), wovon die eine (C) bis auf die kleinen Flügellappen (f_2) schon ganz an das Imago erinnert, während die andere (B) zwischen der genannten (echten) Puppe und der Larve die Mitte hält.

Man beachte nur Einiges. Die Vorpuppe, so nenne ich B, zeigt, vom Kopf abgesehen, am Stamm eine der Larve noch ähnliche, homonome (gleichartige) Segmentirung, wenn auch der zweite Bruststring (r_2), als Träger der Vorderflügel, schon etwas verdickt und mit dem dritten (r_3) verwachsen ist. Dagegen ist an der echten Puppe die ganze Flügelbrust schon fast so stark wie beim Imago aufgetrieben und mit dem ersten Hinterleibsring (B h_1) zu einem mächtigen Thorax verschmolzen. Aehnlich ist's mit den Anhängen. Bei der echten Puppe haben zumal Rüssel (r), Fühler und Beine (b_3) schon beinahe, bis auf die feinere Modellirung, die definitive Beschaffenheit; bei der Halbpuppe hingegen sind die Mundtheile noch kurz (etwa denen einer Blattwespe vergleichbar), desgleichen die Flügellappen, und insbesondere gilt dies von den Beinen (b_3), an denen noch kein Tarsus zu sehen ist.

Sowie man sich nun bei vielen bienenartigen Insekten genöthigt sah, zwischen Larve und Vollblut-Puppe eine „Semipupa“ oder „Subnympha“ einzuschieben, so spricht man bei den Eintagsfliegen schon seit Langem von einem Sub-Imago, und zwar, wie allbekannt, aus dem Grunde, weil hier (wenigstens bei einzelnen Gattungen) dem Imago eine Form vorausgeht, welche letzterer viel ähnlicher als der eigentlichen Puppe ist.

Wir haben nun zwei Hauptarten von Postembryogenese kennen gelernt. Bei der einen (Küchenschabe) ist der junge Postembryo dem Imago sehr ähnlich, d. h. er bringt den imaginalen Charakter schon aus dem Ei mit, und geht daher die Ausbildung zum geflügelten und geschlechtsreifen

Imago, d. i. die vollständige Imaginalisirung, ohne irgend welche auffallende Gestaltveränderungen von Statten.

Man nennt dies eine Entwicklung ohne Metamorphose (Ametabolie).

Bei der zweiten Art von Postembryogenese aber (Schmetterling) ist der junge Postembryo dem Imago sehr unähnlich, d. h. er hat aus dem Ei, was gewiß sehr sonderbar ist, nicht den richtigen, den imaginalen Charakter, sondern einen falschen oder larvalen Typus mitgebracht, und um den erstern zu erhalten, um, freilich auf Umwegen, doch zum definitiven Ziele zu gelangen, ist eine tief eingreifende Umänderung des larvalen Zustandes nöthig, die Imaginalisirung beruht, wie man sagt, auf Entwicklung mit Metamorphose (Metabolie).

Nach diesen jedenfalls sehr verschiedenen Entwicklungsarten hat man nun versucht, die Insekten in zwei große Heerhaufen zu theilen, in die Ametabola, die Verwandlungslosen, und in die Metabola, die mit Verwandlung.

Diese Eintheilung würde natürlich voraussetzen, daß der Postembryo der einen Gruppe stets einen rein imaginalen, der der andern aber einen ausgesprochen larvalen Charakter hätte, oder mit andern Worten, daß das junge Thier der einen dem ausgebildeten ganz ähnlich und das der andern ganz unähnlich wäre.

Nun besehe man einmal den im Wachsthum schon ziemlich weit vorgerückten Postembryo einer Eintagsfliege in Fig. 158. Hinsichtlich der eigentlich typischen Verhältnisse, der Gliederung, der diversen Kopf-, Brust- und der terminalen Hinterleibsanhänge erinnert das Wesen vollkommen an das Imago, es ist also imaginal. Neben diesen imaginalen Merkmalen besitzt es aber noch andere, wie die seitlichen Kiemenflossen, die das Imago nicht hat und die das Thier, ähnlich den Stummelbeinen der Raupen, überhaupt nur vorübergehend nur provisorisch,

während seines Wasserlebens, braucht. Es ist aber auch sonst noch Manches anders wie beim Imago, z B. in den Mundtheilen, in der Beschaffenheit der Beine u. s. w., und die vollständige Imaginalisirung beruht also nicht bloß auf dem Abwerfen der genannten provisorischen Bildungen, sondern es sind auch wirkliche Abänderungen oder Umwandlungen nothwendig.

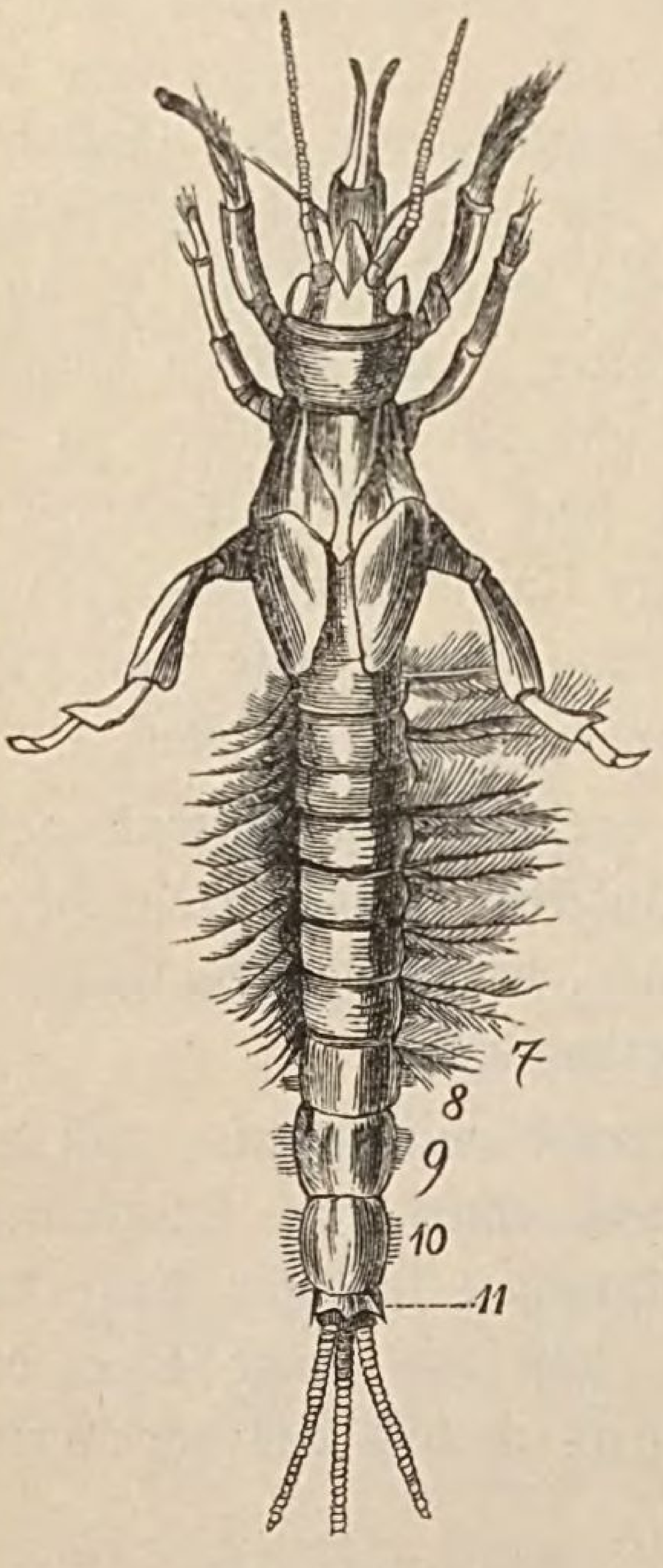


Fig. 158.
Larve einer Eintagsfliege (Ephemera). An den ersten 6 Hinterleibsringen federartige Tracheenkiemen. (Original.)

Nun, ist dies eine imaginale oder eine larvale Entwicklungsform, geschieht die Entwicklung hier ohne oder mit Metamorphose?

Der Leser wird sagen, es ist etwas vom Einen und auch vom Andern vorhanden; die „junge" Ephemera ist eine Halb-Larve und ihre Entwicklung eine Halb-Verwandlung (Hemimetabolie).

Soll aber die an Abstufungen und Uebergängen so reiche Natur wirklich nur zwei oder nur drei Entwicklungsweisen darbieten, oder ist dies nicht auch eine so erzwungene Distinktion wie die Dreitheilung in den Zustand der Larve, der Puppe und des Imago?

Und es ist, wofür der einigermaßen insektenkundige Leser die Belege sich selbst geben kann, in der That so.

So wie es keine „einfache“ Entwicklung gibt ohne Umbildung, ohne Metamorphose, so gibt es auch keine Metamorphose ohne einfache Entwicklung, sondern was wirklich vorkommt, das sind nur Mischungen von beiden, jedoch in unzähligen Graden und Schattirungen.

Nachdem wir uns so, durch ein freies, selbständiges Anschauen der Wirklichkeit, aller Vorurtheile entschlagen und uns nicht mehr durch Systeme gebunden fühlen, mag der Leser zum Zweck des Ueberblickes über die Verwandlungsarten bei den einzelnen Insektengruppen das nachstehende Tableau (Fig. 159) durchgehen.

Es ist so eingerichtet, daß in der ersten Verticalcolumne (links) die Imagines, in der zweiten die zugehörigen „Larven“ und in der dritten die „Puppen“ stehen, während die noch übrigen zwei Reihen anderweitige, aber nach denselben Gruppen geordnete Entwicklungszustände vorführen.

Die Vergleichung in der Verticalrichtung gibt also die Uebersicht bei den verschiedenen Ordnungen, jene in den Horizontalreihen die Entwicklung eines und desselben Insekts.

Zu oberst (a) steht ein flügelloser Borstenschwanz, b und c zeigen, daß es sich nur um geringfügige Veränderungen handelt (Ametabolie). Die 2. und 3. Horizontalreihe zeigen uns eine Küchenschabe (f), die Ordnung Orthoptera (Geradflügler) repräsentirend, dann eine Baumwanze (l) als würdigste Vertreterin der Schnabelkerfe (Rhynchota). Die Entwicklung ist ähnlich und von früher bekannt, „Larven“ (hier Junge genannt) (g und m) imaginal. (Ametabolie mit Entwicklung von Flügeln ꝛc.)

Viertens sieht man (q) eine Eintagsfliege (Pseudo-Neuroptera). Larve, schon vorgekommen, mit provisorischen Organen (typische Hemimetabolie).

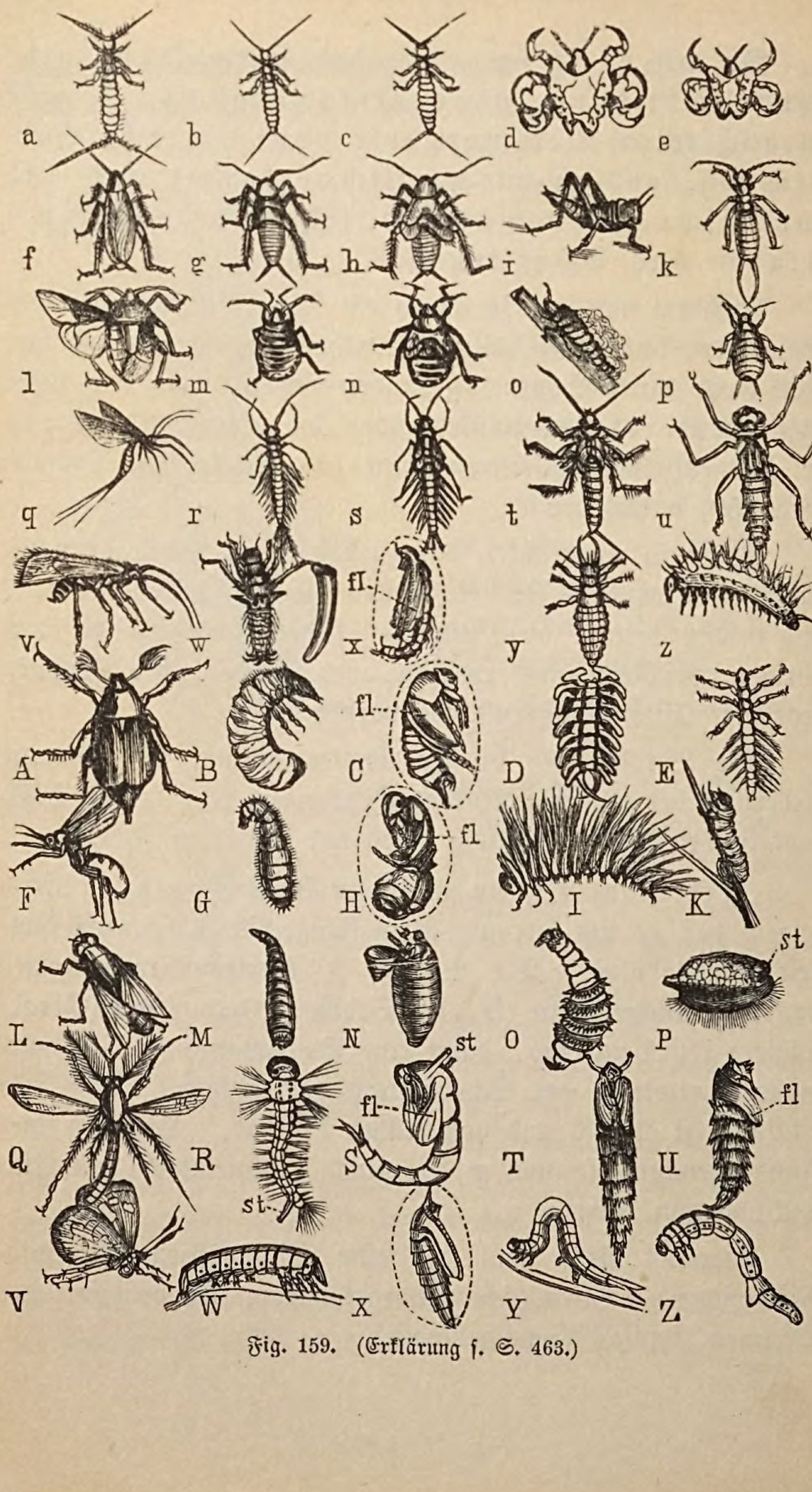


Fig. 159. (Erklärung s. S. 463.)

Es folgt (v) ein echter Netzflügler (Köcherjungfer) mit larvalem Postembryo (w) (schwache Holometabolie). Holometabol, aber in sehr ungleichem Grade, sind auch alle die übrigen: die Käfer (A, B), die Hautflügler (F, G), die kurzfühlerigen Zweiflügler (L) mit „kopfloser" Larve oder Made (M), ferner die langhörnigen Diptera (Q, R) und endlich die Schmetterlinge (V, W).

Betreffs der hier zunächst übergegangenen Puppen der „Holometabolen" ist die mancher Mücken (S) frei beweglich, die der Fliegen (N) in der verharschten Larvenhaut eingezwängt (Tonnenpuppe mit manchen Uebergängen auch bei einigen Käfern = Pupa coarctata). Die Puppe mancher

Erklärung zu Fig. 159.

Vergleichende Zusammenstellung der freien Entwicklungsformen einiger Insektentypen.

Die einzelnen Horizontalcolumnen enthalten Repräsentanten je einer der Insekten-Hauptgruppen. In der 1. Verticalcolumne sind die Imagines, in der 2. die Larven, in der 3. die „Puppen" der verschiedenen Insekten-Ordnungen dargestellt; in der 4. und 5. Verticalcolumne kommen dann noch ein paar Vertreter (Larve oder Puppe) der betreffenden Ordnung vor.

1. Reihe: sog. Aptera. a—c Thysanura, Springschwänze: Campodea, d, e Filzlaus (Phthirius pubis).
2. Reihe: Orthoptera, Geradflügler. f—h Küchenschabe (Blatta germanica), i junge Schnarrheuschrecke, k junger Ohrwurm.
3. Reihe: Rhynchota, Schnabelkerfe. l—n Baumwanze, o Larve der Schaumzirpe, p junge Blattlaus.
4. Reihe: Neuroptera orthoptera, Netzflügler. q—s Eintagsfliege, t Nymphe von Perla, u Nymphe einer Libelle.
5. Reihe: Neuroptera s. str. v—x Köcherjungfer, y Larve von Chrysopa, z Larve von Bittacus.
6. Reihe: Coleoptera, Käfer. A—C Maikäfer, D Larve von Drilus, E Larve von Dyticus.
7. Reihe: Hymenoptera, Aderflügler. F—H Ameise, J Larve einer amerikanischen, K einer andern Blattwespe.
8. Reihe: Diptera, Zweiflügler, und zwar Musciden. L—N Fleischfliege, O Larve von Dermatobia noxialis (in der Haut des Hundes in Mexiko), P Larve von Microdon globosus (unter Pfählen lebend), st Vorderstigma.
9. Reihe: Diptera, Zweiflügler, und zwar Tipuliden, Mücken. Q—S Stechmücke (Culex), T Puppe einer Tipula, U Puppe von Midas clavatus.
10. Reihe: Lepidoptera, Schmetterlinge. V—X Perlmutterfalter, Y Raupe eines Nachtfalters (Drasteria erechthoa Cram.), Z Raupe einer Motte (Macaria granitata).

(echter) Netzflügler ist zeitweilig gleichfalls frei beweglich, übrigens gewöhnlich, gleich den Käfer-, Hautflügler- und Falterpuppen, noch extra eingesponnen, was die Punktlinie in x, C, H und X andeutet. Bei allen stehen die Gliedmaßen ziemlich frei vom Körper ab (freie Puppen), nur bei den meisten Faltern sind sie später mit dem Rumpf verlöthet (unfreie Puppen).

Die Vergleichung der Puppen einerseits von c—s, anderseits von x—X zeigt ferner, daß man die A- und Hemimetabola von den Holometabolis am leichtesten an ihnen unterscheidet, indem die Puppen der erstern, als wahre Lebewesen, alle Glieder in derselben Art wie die Imagines tragen, währenddem bei den ruhenden Puppen der Holometabola diese Anhänge eine meist ganz vertrakte Lage haben.

Schilderung der Metamorphose.

Allgemeine Veränderungen.

(Wachsthum, Hautfaltung, Häutung.)

Bei der Entwicklungsgeschichte des Insektenembryo haben wir gesehen, daß derselbe zu einer gewissen Zeit aus nichts Anderem besteht als aus einer Menge kleiner Protoplasmakügelchen, die wir Zellen nannten.

Dieses *einfache* Zellenaggregat differenzirt sich aber später in mannigfacher Weise, indem durch Vereinigung und Umgestaltung gewisser Elementartheile die einzelnen Gewebe und Organe hervorgehen.

Dabei unterschieden wir speciell eine Lage von Zellen, welche die allgemeine Hülle des Körpers d. i. die Haut (das Exoderm) bildet, und dann die verschiedenen Binnengewebe resp. Binnenorgane.

Wir haben uns dann ferner überzeugt, daß der Embryo in dem Maße an Größe zunimmt, als der Nahrungsdotter verschwindet, und würde der Leser diesen Vorgang der Vergrößerung oder des Wachsthums genauer verfolgen, so würde er sehen, daß derselbe darauf beruht, daß sich die Zellen durch Aufnahme der gewissen Nährstoffe vergrößern, und wenn sie ein bestimmtes Maximum überschritten haben, sich durch Theilung vermehren. Die natürliche Folge davon ist dann, daß auch die einzelnen Gewebe und Organe an Größe zunehmen, sei es, wie bei massigen Theilen nach allen drei Raumdimensionen, sei es, bei flächenhaften, hauptsächlich nur nach zwei Richtungen.

Speciell an der Haut oder an der Grenzzellenlage äußert sich dieses allgemeine oder zusammengesetzte Wachsthum vorwiegend gleichfalls in der Flächenerweiterung und kann selbe theils eine passive auf Dehnung beruhende sein, hervorgebracht durch den Druck des wachsenden Binnenleibes, theils eine selbständige, oder active durch Vergrößerung und Vermehrung der eigenen Gewebselemente.

Wir heben hier aber gerade die Haut hervor, weil sie ja der Träger der Körpergestalt ist und weil hauptsächlich auf ihr jene merkwürdigen Veränderungen sich abspielen, deren Schilderung unser Zweck ist, und wir schickten das Uebrige voraus, um dem Leser wieder in Erinnerung zu bringen, daß dieses Hauptobjekt der Metamorphose nach Ursprung und fortdauernder Beziehung nicht etwas vom übrigen Weichkörper Abgesondertes und Selbständiges, sondern ein lebendiges Organ desselben sei, und daß es somit, beim engen Wechselverhältniß sämmtlicher Theile eines Organisirten und Lebendigen, weder eine rein äußerliche noch eine rein innerliche Veränderung und Metamorphose geben kann.

Diese zellige Grenzlage der Insekten (Fig. 160 Z) hat nun bekanntlich eine ganz besondere Eigenschaft, nämlich die, daß sie nach Maßgabe ihrer Ernährung und ihres Wachsthums an ihrer Oberfläche eine besondere rings-geschlossene Hautschichte, eine sog. Chitin-Cuticula (Cu) absetzt.

Während aber diese Ueber- oder Beihaut beim Embryo ganz zart und gegenüber den Reliefveränderungen des Körpers vollkommen elastisch und nachgiebig ist, nimmt sie bei der Larve aus mehrfachen Gründen eine größere Dicke und Steifheit an, kurz gesagt sie wird zu einer die Weichhaut schützenden, aber auch beengenden Harthaut, und wir dürfen es gleich aussprechen, daß viele Eigenthümlichkeiten der Insektenmetamorphose eben von dieser accessorischen Integumentlage herrühren.

Wenn wir ein stark wachsendes Kind in ein enges und rings geschlossenes Kleid stecken möchten, so würde es nach einiger Zeit dahin kommen, daß dasselbe in Folge der innern Spannung zerrissen würde.

Aehnlich verhält sich's mit einer Insektenlarve. Anfangs, so lange die Chitinhaut noch etwas elastisch oder z. Th., wie

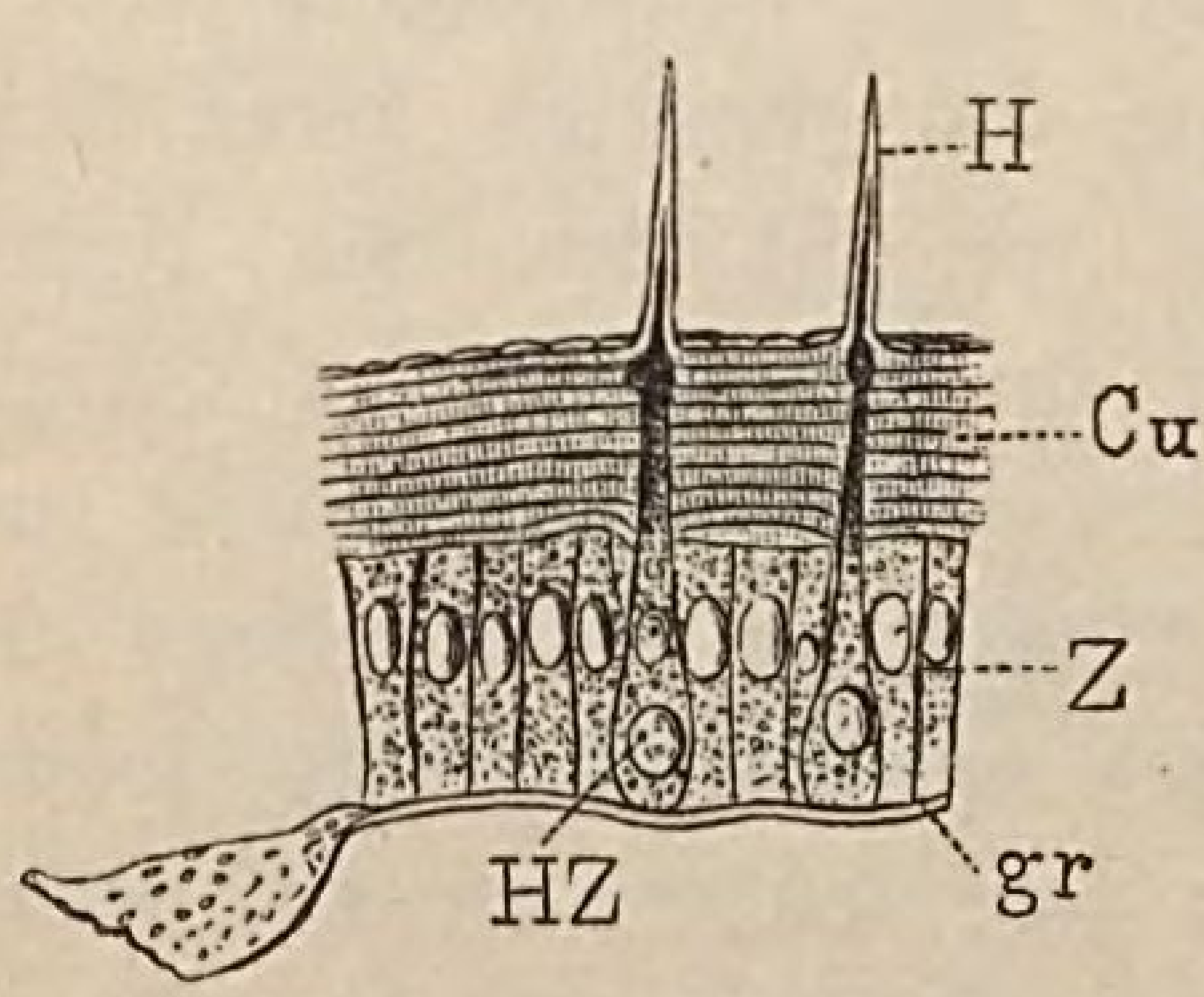


Fig. 160.
Querschnitt durch das Integument eines Chitinhäuters.
Z zellige Weichhaut (Epi- oder Hypodermis), Cu die schichtweise abgesonderte Cuticula.

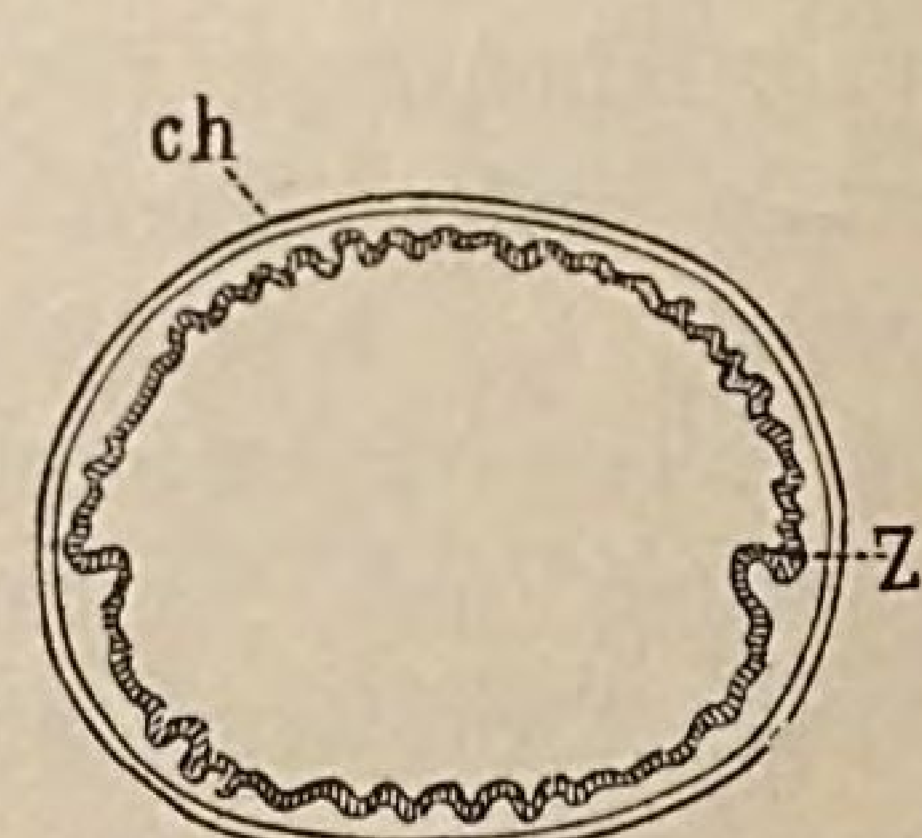


Fig. 161.
Schema der Doppelhaut eines Insekts vor der Häutung.
z zellige Weichhaut (Epidermis), ch Chitin- oder Harthaut.

zwischen den Leibesringen, in Falten gelegt ist, kann sich der Gesammtkörper etwas ausdehnen und man sieht ihn gleichsam wachsen; hat aber einmal die Panzerhaut das Maximum ihrer Expansionsfähigkeit erreicht, dann tritt im Wachsthum ein scheinbarer Stillstand ein. Beachten wir aber, daß die Larve auch noch von dieser Zeit an, wo sie wegen des äußern Hindernisses gewissermaßen gar nicht mehr wachsen kann, dennoch fortfährt, neue Stoffe in sich aufzuspeichern, faktisch also doch wächst, so ist klar, daß es endlich zu einer Katastrophe kommen muß.

Wenn nun der Weichkörper fortwächst, so ist zunächst einleuchtend, daß auch die Weichhaut wachsen muß. Wie aber soll dies möglich sein, wie soll die untere Haut größer werden können, wenn die obere starr ist? Dies ließe sich offenbar nur in der aus Fig. 161 ersichtlichen Weise, nämlich durch Faltungen bewerkstelligen. Wie aber, muß man weiter fragen, kann eine solche Faltung stattfinden, d. h. woher kommt der Zuwachs an Raum, in dem solche Biegungen stattfinden können? Man sieht, es setzt dies nothwendig eine spontane Zusammenziehung des Weichkörpers voraus, und das Wachsthum würde sich also auf diesem Stadium weniger durch Zunahme seines Volumens als vielmehr durch Zunahme seiner Dichtigkeit zeigen.

Daß nun aber solche Vorgänge wirklich stattfinden, davon kann sich der Leser sehr leicht überzeugen. Beobachtet er z. B. längere Zeit eine größere dunkel gefärbte Raupe, so wird er früher oder später bemerken, daß ihre Haut allmälig blässer, gleichsam welk wird und daß sich der Weichkörper nach und nach vollständig von der Cuticula zurückzieht. Entfernt er dann die auf diese Weise gelockerte Chitinhülle, so sieht er auch die gewissen Faltungen der Weichhaut. Diese Runzeln zeigen aber keineswegs einen so regelmäßigen Verlauf, wie

man vielleicht glaubt, sondern sie bilden oft äußerst complicirte Figuren und Systeme.

Während ich dies schreibe und zufällig die Unterseite meiner Finger erblicke, finde ich, daß diese Weichhautfaltungen eine frappante Aehnlichkeit mit den bekannten Runzelsystemen der genannten Anhänge besitzen. Der Vergleich läßt sich sogar noch weiter treiben. Sowie man an einem menschlichen Finger zumal an der Unterseite, außer den feinen Furchen auf den einzelnen Gliedern auch noch, an den Gelenken, tiefere und größere Querfalten wahrnimmt, so hat man auch an einer Raupe neben den kleinen Fältelungen der einzelnen Ringe oder Gürtel die umfangreicheren Einstülpungen an den Zwischenhäuten zu unterscheiden.

Der Leser verzeihe, daß wir uns bei einer anscheinend so unbedeutenden Sache noch länger aufhalten; allein diese Faltungen der Weichhaut sind, wie nachfolgende Erwägung zeigt, auch von größter Wichtigkeit für die Erkenntniß der Verwandlungsvorgänge.

Die gesammte Veränderung in der Gestalt eines Kerfs beruht offenbar auf nichts Anderem als auf einer Veränderung im Wachsthum gewisser Theile desselben. Da nun, wie wir sahen, eine solche Wachsthumsveränderung auch die Größenverhältnisse der anliegenden Haut alterirt und die Flächenveränderungen der letzteren eben in den gewissen Faltungen ihren Ausdruck finden, so ist klar, daß in letzter Linie auch *jede Gestaltveränderung* der Kerfe auf Veränderungen der Weichhautfaltung zurückzuführen ist.

Aber sehen wir nun, was sich mit dem Insekt weiter zuträgt, nachdem sich dessen Chitindecke gelockert hat. Zunächst ist klar, daß der Kerfkörper, wenn er mit der die äußeren Reize vermittelnden Oberhaut die Fühlung verliert, gegen letztere selbst unempfindlich wird, sich also nicht mehr in gewohnter Weise in seiner Umgebung orientiren kann. Be-

denken wir ferner, daß sich die Hautauflockerung nicht bloß auf den Stamm, sondern auch auf dessen Anhänge, zumal auch auf die Geh-, Greif- und Kauwerkzeuge erstreckt, so ist klar, daß auch diese Organe funktionsunfähig werden; denn es ist nicht angenehm, mit wackeligen Zähnen zu beißen oder mit einem schlotterigen Fußwerk herumzugehen.

Und die weitere Folge? Nun, ich denke, unser Insekt wird sich nicht mit geduldiger Ergebung in diese ihm von seiner Natur auferlegte Zwangslage fügen; im Gegentheil, es wird sich anfangs unruhig, ängstlich und dann, wenn dieser peinliche Zustand länger anhält, im höchsten Grade ungeberdig zeigen.

Uebrigens hängt das Weitere ganz von der Beschaffenheit der Haut und des übrigen Körpers, sowie von der Stärke des Wachsthums ab. Ist erstere ziemlich dünn und spröde, so wird der Chitinbalg einfach durch den Druck des eingezwängten Weichkörpers gesprengt und die Häutung, wie dieser Proceß heißt, ist, namentlich bei wurmartigen Larven, bald vollzogen. Anders, wo die Harthaut dick und zähe ist. Da muß das Thier selbst thätigen Antheil nehmen, es muß seine Muskelkräfte anspannen, um sein Gefängniß zu eröffnen. Und manchen Insekten kostet dies in der That eine so furchtbare Anstrengung, daß man beinahe glauben möchte, sie hätten ihr kräftiges Muskelwerk z. Th. auch dieses Aktes wegen. —

Und ist auch endlich und oft erst nach tagelangen vergeblichen Versuchen der Hauptbalg gesprengt, welche Geduld und Mühe ist noch erforderlich, um alle die Anhänge — wo solche sind —, die Fühler, die Mundtheile, die Beine, die Flügel, die Afterborsten u. s. w. aus ihren Scheiden herauszuziehen!

Uebrigens sind die Methoden der Häutung sehr mannigfaltig und oft höchst anziehend zu beobachten. Der Umstand, daß namentlich bei Larven der muskelreiche Hinterleib als

Druckwerk benutzt wird, um mit aller Gewalt das Blut nach vorne gegen Kopf und Brust zu treiben, bringt es mit sich, daß sich die Haut fast durchgehends in dieser Region und zwar, aus andern Gründen, meist oben in der Mittellinie öffnet.

Mit der häufig gehörten Meinung indessen, daß für dieses schwierige Geschäft schon von der Natur vorgesehen sei, daß nämlich der abzuwerfende Balg, einem Rocke ähnlich, stets mit besonderen präformirten Trennungslinien oder „Nähten" versehen sei, verhält es sich wie mit andern Vorurtheilen. Bei manchen Thieren ist durch Anpassung dergleichen thatsächlich vorhanden, bei andern aber ist die Einrichtung viel unvollkommener oder noch gar nicht ausgebildet. Zum Beweise dessen diene nur das von Reaumur bezüglich einer Zygaena filipendula erzählte Faktum, die, als alle gewöhnlichen Anstrengungen zur Sprengung der Haut versagten, dieselbe endlich mit den Kiefern aufbiß und sich stückweise vom Leibe riß.

Dies führt uns auf die Nachtheile der Häutung. Es kommt gewiß viel öfter vor als wir glauben, daß manches Insekt seine Fesseln überhaupt gar nicht zu lösen vermag und so bei lebendigem Leib eingesargt bleibt. Andere verlieren — von der Zeit ganz abgesehen — bei dieser Gelegenheit irgend ein für's spätere Leben nothwendiges Glied, das, ungeachtet der erstaunlichen Reproduktionsfähigkeit, nicht vollständig nachwächst. Die Hauptgefahr liegt aber in dem großen Schwächezustand, in dem die Kerfe die alte Hülle verlassen; denn es muß sich über der Epidermis ja erst eine neue Chitinhaut bilden, bevor sie von ihren Kräften Gebrauch machen können, und wie viele dieser nackten armen Geschöpfe erliegen früher den Unbilden der Witterung oder ihren zahllosen Feinden!

Vergleichen wir nun das frisch „gehäutete" Thier mit dem alten, so bemerken wir zunächst eine beträchtliche Größenzunahme. Es ist sozusagen wie mit einem Ruck gewachsen,

was leicht begreiflich, da ja nach Entfernung des äußeren Widerstandes Haut und Weichkörper sich mit einem Male beträchtlich ausdehnen. Die Larve wächst also continuirlich so gut wie ein anderes Thier; ihr Umfang ändert sich aber nur periodisch. Wir können auch sagen, die Dichte der Larve steigert sich bei gleichem Volumen und beständig zunehmender Masse von einer Häutung zur andern, sie verringert sich aber momentan bei jedem dieser Akte, um dann, sobald der Hautumfang wieder constant geworden, neuerdings zuzunehmen.

Wenn wir den von einer Raupe, bei der Häutung ausgezogenen Balg sammt dessen Anhängen, den Beinen, Kiefern u. s. f., genau untersuchen, so finden wir, daß er vollkommen leer ist, d. h. daß er keinerlei Weichtheile enthält; und mustern wir ferner das frisch gehäutete Thier selbst, so sehen wir — den glücklichen Ausgang des Processes vorausgesetzt —, daß es noch alle die Theile hat, welche es früher, vor der Häutung, besaß, daß also die Weichhaut keinerlei Verletzung erlitten hat, oder daß vom Kerfleib selbst äußerlich nichts weggekommen, nichts verloren gegangen ist.

Wie ist es aber, wenn aus der Raupe die Puppe hervorgeht? Vergleichen wir letztere gegen erstere, so finden wir, daß sie erstens allerlei Theile, z. B. die langen Beine, den Rüssel u. s. w., besitzt, die die Raupe nicht oder wenigstens nicht in dieser Form oder Größe hatte, und daß ihr zweitens gewisse Theile, wie z. B. die Bauchfüße, mangeln, die der Raupe eigenthümlich waren. Daß erstere, also die der Raupe fehlenden Theile, jedoch im Zusammenhang mit der übrigen alten Weichhaut, neu dazu gekommen, also neue Falten derselben sind, werden wir später hören. Wie steht es aber mit den Gebilden, welche die Raupe besaß und die Puppe nicht mehr hat? Man könnte meinen, daß sie im abgeworfenen Chitinbalg zurückgeblieben wären. Wenn wir aber z. B. die

Bauchfußfutterale der letzten Raupenhaut inwendig untersuchen, so finden wir auch nicht eine Spur von den zugehörigen Zapfen des Weichkörpers. Daraus folgt aber offenbar, daß in ähnlicher Weise wie neue Gebilde durch Erhebungen oder Ausstülpungen der Weichhaut entstehen, auch hinwieder andere Theile durch Einziehung und Ausglättung solcher Falten oder Fortsätze zum Verschwinden gebracht werden, daß also, wenn wir Alles zusammenfassen, trotz aller Häutungen und Formveränderungen die Continuität der Weichhaut niemals und nirgends, auch nicht für einen Moment, aufgehoben wird.

Indessen ist, wie gleich zu zeigen, selbst dieses fundamentalste Gesetz der Kerfhäutung nicht ganz ohne Ausnahme.

In Fig. 162 sieht der Leser wieder die Larve einer Eintagsfliege mit den eigenthümlichen Kiemenblättern (k_1, k_3) am Hinterleibe. Diese Ausstülpungen häuten sich nun bei der Larve in ähnlicher Weise wie andere Leibesanhänge, z. B. die Beine oder die Flügelscheiden (VF), d. h. mit der übrigen Chitinhaut wird auch die Cuticula dieser Fortsätze abgestreift, während ihre Epidermis und das davon eingeschlossene Gewebe vollständig zurückbleibt und über der ersteren alsbald ein neues Chitinfutteral entsteht. — Die Frage ist nun aber, was bei der letzten Häutung geschieht, wo die Larve ins Imago übergeht, das, als Luftthier, keine solchen Kiemen hat.

Bei der Raupe, wo wir hinsichtlich der obliterirenden Bauchfüße einen ähnlichen Fall haben, ist der Hergang, wie schon erwähnt, der gewöhnliche, d. h. es wird das Weichgewebe dieser Zapfen mit der Epidermis eingezogen und dann nur das leere Chitinfutteral entfernt.

Ganz anders verhält sich's mit den Eintagsfliegen-Kiemen. Hier wird nämlich nicht bloß das Futteral, hier wird der Anhang in toto abgestoßen. Nun möchte man meinen, daß

dann bei dieser Amputation in der Haut der Fliege eine Wunde oder ein Loch entstünde, durch das unser Geschöpf sich leicht verbluten könnte. Dem wird aber nach Palmen durch

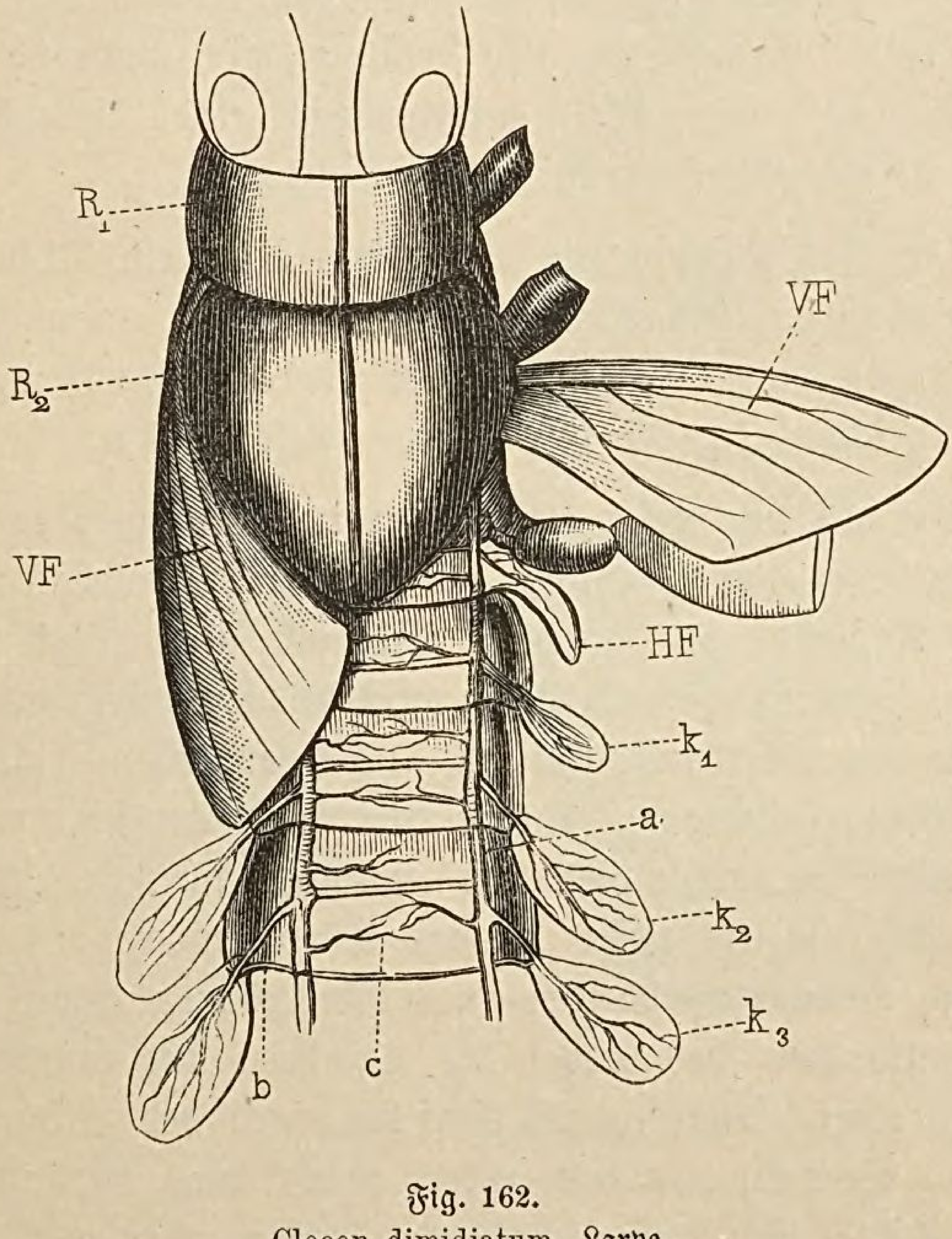


Fig. 162.
Cloeon dimidiatum, Larve.
VF Vorder-, HF Hinterflügel, homolog den Tracheenkiemenblättern (k1—k3) der Hinterleibssegmente. (Original.)

eine Art Unterbindung vorgebeugt, indem die Trennung der Weichhaut jener der Harthaut vorausgeht und die Wunde, welche das amputirte Glied am Rumpfkörper hinterläßt, sich wieder schließt, bevor die gleichsam als Verbandzeug dienende Chitinhaut abgenommen wird.

Wir haben jetzt gesehen, daß die Haut, deren sich ein Insekt zu gewissen Zeiten entledigt, ein genaues und treues Abbild der Gestalt ist, die es in dem eben absolvirten Stadium besessen hat, und wenn wir alle die Bälge, die ein Kerf der Reihe nach auszieht, hübsch ausgestopft oder sonst adjustirt neben einander aufstellten, so bekämen wir, während es selbst unaufhaltsam seinem Ziele entgegengeht, einen Ueberblick über seinen gesammten (äußern) Entwicklungslauf.

Die Kerf-Exuvie ist aber nicht bloß ein Abklatsch der ganzen äußern Leibesform — sie gibt uns, so überraschend dies klingen mag, auch Aufschluß über gewisse innere Theile und Einrichtungen, die sein Träger besessen hat.

Wie sich der Leser noch erinnern wird, gibt es am Insektenembryo einen Zustand, wo die Haut oder das Exoderm nichts Anderes als einfacher Schlauch oder Sack ist. Die spätere, differenzirte Leibesform entsteht dann durch gewisse Einschnürungen und Ausstülpungen, also Oberflächenverschiebungen dieser Grenzzellenlage. Außer den Einsenkungen, welche die Haupttheile des Rumpfes von einander sondern, bilden sich aber noch andere, tiefer in das Körperinnere eindringende. So sind bekanntlich Vorder- und Hinterdarm, gewisse Mund- und Hautdrüsen, desgleichen die Tracheen und manche innere Gerüste nichts Anderes als Einstülpungen des zelligen Hautblattes. So weit aber das letztere reicht, mag es nun wie an einem Fühler sich äußerlich hervorstrecken, oder wie an einem Luftrohr sich innerlich vertiefen und ausbreiten, so weit reicht auch die Chitindecke und so weit erstreckt sich auch die Häutung selbst und überhaupt die Regeneration der Harthaut.

Der Längsschnitt durch eine Fliegenpuppe in Fig. 163 wird Manches anschaulicher machen. Die äußere schwarze Contur ist die Chitindecke (cu). Gleich darunter eine Lage heller Bläschen, die Weichhaut (z). Am Hinterende unseres

Schnittes sieht man ferner und zwar von der Hautoberfläche zwei Schläuche ausgehen; der eine (eD) ist der Enddarm, der andere (St, Tr) der große Tracheenlängsstamm. An letzterem bemerken wir dieselben zwei Gewebsschichten wie früher an der Haut, nur, weil es eine Einstülpung in verkehrter Ordnung, nämlich äußerlich eine Lage von Zellen, die, wie man bei St sieht, unmittelbar in jene der Haut übergeht, und innerlich eine allerdings sehr zarte Chitinhaut, von der hinsichtlich des Zusammenhanges mit dem Integument das Gleiche gilt. Am vorliegenden Schnitt bemerkt man aber innerhalb dieser Chitinröhre noch eine zweite z. Th. etwas zusammengeschrumpfte. Dies ist eben die Exuvie der Trachea, unter der sich bereits ein neuer Chitinschlauch gebildet hat.

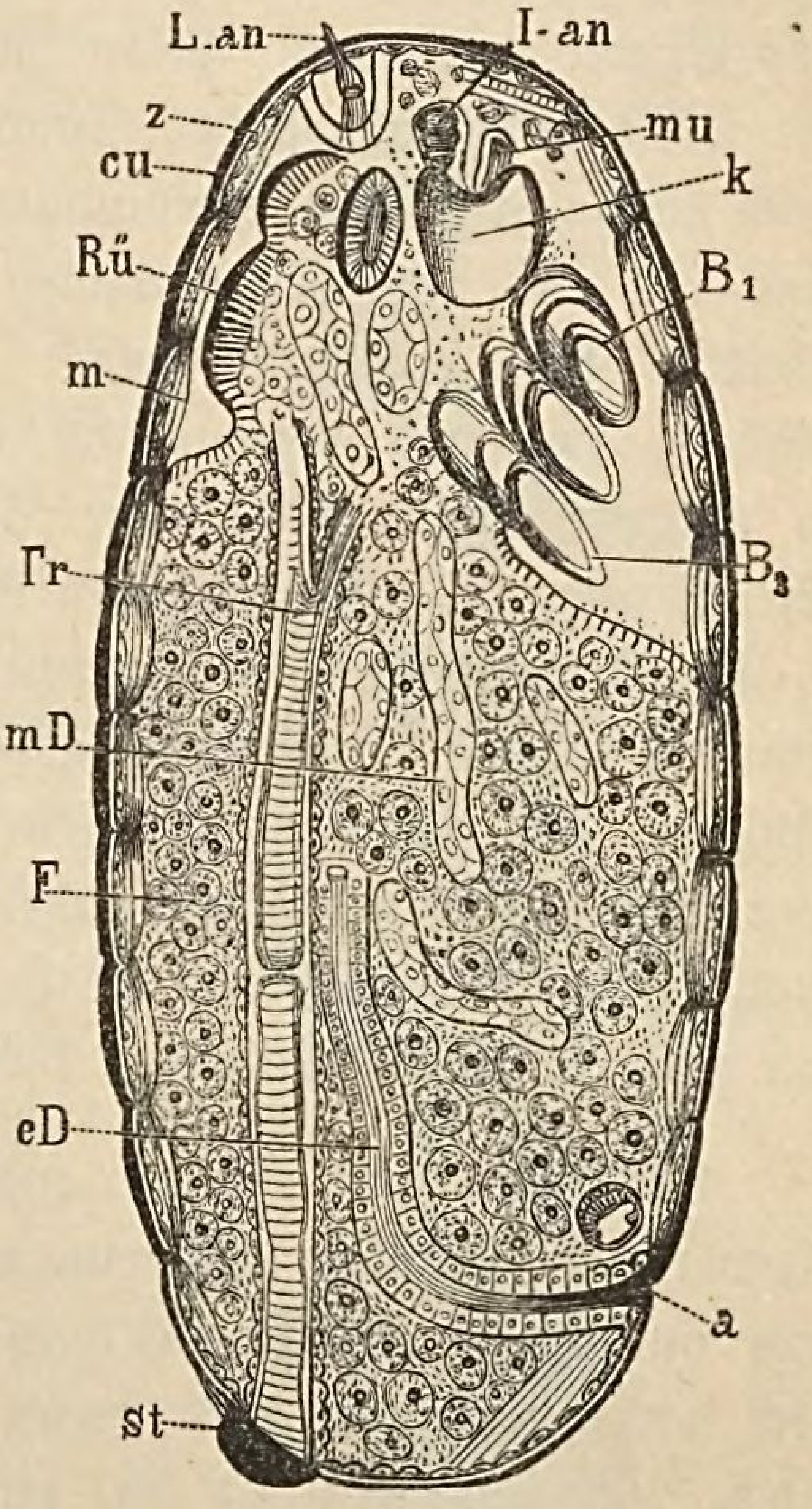


Fig. 163.
Medianer Längsschnitt durch eine zwei Tage alte (Tonnen-) Puppe einer Muscide.
cu dicke Larven-(Chitin-)Haut, z Epidermis (Zellhaut), m segmentirter (Larven-) Hautmuskelschlauch, Lan Antenne, st Stigma, Tr Trachea, a After, eD Enddarm, mD Mitteldarm, F zelliger Fettkörper (dazwischen Blutlacunen) der Larve; k Kopfanlage, mu Mundtheile, Ian Antennen, B1, B3 Beine, Rü Rücken der Fliege (Imago). Vergr. (Original.)

Daß aber diese Tracheen-Exuvien auch wirklich entfernt werden, das kann man bei der Häutung selbst und zwar am schönsten bei dunkelhäutigen Kerfen beobachten. Sobald an einem solchen Thier der Balg geborsten ist, sieht man,

daß sich zwischen beiden, und zwar an den Seiten, dort wo die Luftlöcher sind, feine silberweiße Schnüre ausspannen, die sich schließlich vom gehäuteten Körper trennen und mit der Exuvie verkleben. Man merkt wohl, daß diese Fäden, die selbst nach vollzogener Sonderung von Haut und Körper noch einige Zeit eine Verbindung unterhalten, nichts Anderes sind als die aus den Stigmen hervorgezogenen Luftröhren. Breiten wir nun eine solche unter Wasser vorsichtig mit Nadeln aus und besehen sie mit dem Vergrößerungsglas, so entdecken wir, nicht ohne Staunen, daß diese Tracheen-Exuvie nicht bloß die größeren Stämme enthält, sondern auch, z. Th. wenigstens, die feineren Aeste und Zweige, die sich um die innern Weichtheile herumschlingen. Wäre es ausführbar, die vielfach abgerissenen Enden zu unterbinden und von Ring zu Ring diese Tracheenbäumchen, von den Stigmen aus, mit einer farbigen Masse zu injiciren, so würde man ein ganz köstliches Präparat bekommen.

Während hier und an andern Integumentalorganen die Epidermiseinstülpung nur eine verhältnißmäßig dünne Chitinlage ausscheidet, in der Mitte also ein Hohlgang bleibt, füllt sich andere Male das ganze Lumen mit Chitinstoff aus. So entstehen z. B. jene „innern" Skelettheile und Sehnen, an denen sich die Muskeln anheften, und die alle, ohne Ausnahme, in einer Epidermisscheide stecken. Nun ist aber auch klar, daß, wenn mit der Haut auch diese soliden Fortsätze aus dem Körper herausgezogen werden, an deren Stelle sich Oeffnungen bilden und zeigen müssen, die dann erst allmälig wieder verstopft und geschlossen werden.

Ausnahmsweise verlöthen aber auch solche Hauteinstülpungen, die sonst gewöhnlich offen bleiben. So sieht der Leser an der letztbesprochenen Figur (163), daß in der Fliegenpuppe die Chitin-Innenhaut des Enddarmes gegen den

After (a) zu sich verdickt und an letzterer Oertlichkeit die Oeffnung total verstopft.

Dieser Fall kann vielleicht als Anpassung zum bessern Schutz dieses Stadiums gelten. Weit wichtiger sind aber folgende Verhältnisse.

Es war schon mehrmals, und auch in diesem Kapitel wieder, von im Wasser lebenden Insektenlarven die Rede, die nicht durch Tracheen, sondern durch Kiemen athmen. Nun findet man hier (Fig. 164) neben den letzteren (d) auch schon die Einrichtung zum Athmen in der Luft, wie sie das Imago hat, nur daß die Luftlöcher (b, c) resp. die zu denselben führenden Tracheen zum Schutze gegen das Wasser für gewöhnlich geschlossen sind und nur bei der Häutung behufs Entfernung der Tracheen-Exuvien momentan geöffnet werden.

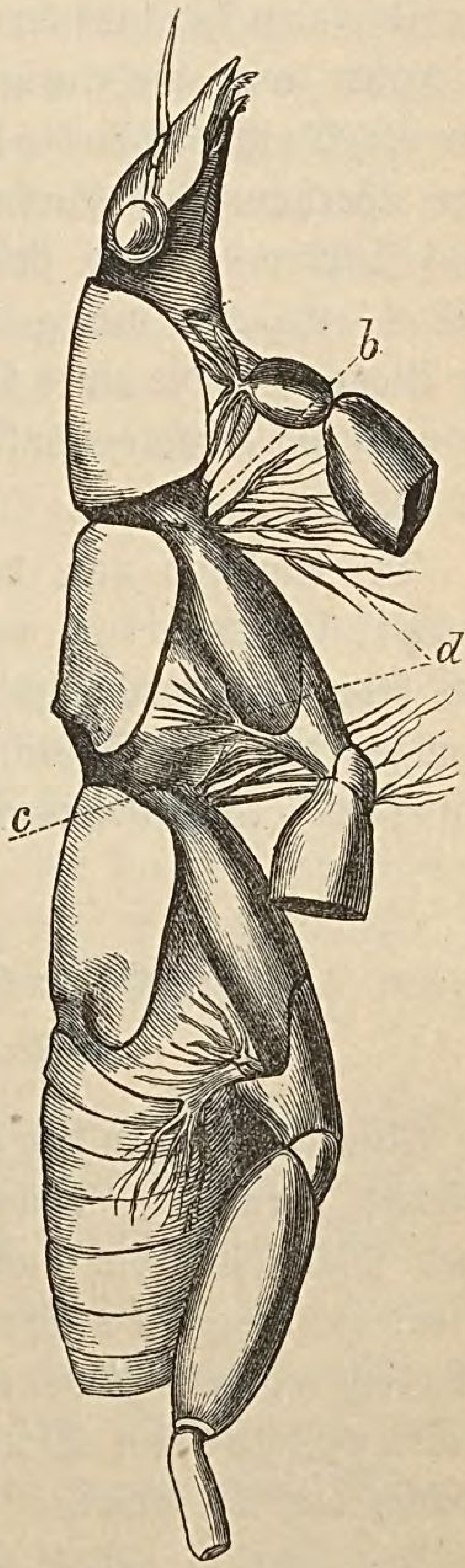


Fig. 164.
Larve einer Perlide.
b und c Luftspalten (Stigmen), d quastenförmige Tracheenkiemen.
(Original.)

Um nun nach der flüchtigen Schilderung der Häutung noch einmal auf die Ursachen derselben zurückzukommen, so ergibt sich zunächst die Abhängigkeit dieser Erscheinung vom Wachsthum schon aus der Thatsache, daß sich dieselbe nur während jener Entwicklungsperiode mehrmals wiederholt, in welcher faktisch eine

beständige Massen- und Volumzunahme stattfindet, d. i. bei der Larve, während bei der Puppe die Chitinhaut immer dieselbe bleibt.

Um aber herauszubringen, ob das fortgesetzte Wachsthum die wahre resp. die einzige Ursache der Häutungswiederholung oder der Wechselhäutigkeit ist, wollen wir einmal fragen, ob denn überhaupt alle starkwachsenden Larven sich faktisch mehrmals häuten? Und siehe da, das ist durchaus nicht der Fall. — Es gibt wenig Larven, die so stark wachsen wie die der Biene oder die einer Aasfliege, und doch häutet sich erstere gar nicht und letztere, ähnlich wie nach Dewitz gewisse Ameisen, nur einmal.

Der Umstand nun, daß gerade diese anderweitig beschützten Larven eine auffallend zarte und geschmeidige, also auch sehr erweiterungsfähige Haut haben, beweist wohl zur Genüge, daß die Häutung in der That auch mit der Beschaffenheit des Integumentes zusammenhängt.

Aeußerliche Gestaltsveränderungen.

(Ekto-Metamorphose.)

Aller Wechsel in der äußern Gestalt des sich entwickelnden Insektes beruht — einige Kerfgruppen mit ganz absonderlicher Metamorphose ausgenommen — auf Veränderungen in der Faltung der Weichhaut, welche letztere hinsichtlich ihres Wesensbestandes durch alle Entwicklungsstadien hindurch, vom Embryo an bis zum Imago, dieselbe bleibt.

Vor Allem haben wir uns nun an einigen Beispielen über die verschiedenen Hauptarten dieser Veränderungen zu verständigen. Wir unterscheiden 1) Entfaltung oder einfache Entwicklung (Explose) und speziell die Neu-

bildung (Neomorphose = Neoplase) und 2) die eigentliche Umformung oder Metamorphose (Metaplase).

Als Entfaltung bezeichnen wir Veränderungen, die sich nicht auf den Typus, sondern nur auf die räumliche Differenzirung oder Vermannigfaltigung beziehen. Wenn z. B. die kleinen Flügel der Puppe in die großen des Falters übergehen, oder wenn der ursprünglich einfache Keimstreif sich in eine Reihe von Segmenten abgliedert, so ist dies eine Entfaltung. Speciell als Neubildung aber bezeichnen wir die letztere, insofern sie neue, früher gar nicht angedeutete Theile hervorbringt. In dem Sinne sind z. B. die Beine des Embryo oder die Flügel der Larve aus und an der Weichhaut entfaltete Neugebilde.

Das Gegenstück zur Neubildung ist die Rückbildung, bei welcher ein früher Bestehendes sei es ganz oder zum Theil wieder verschwindet. Eine totale Rückbildung erleiden z. B. alle echt provisorischen oder specifisch larvalen Theile, wie z. B. die Stummelbeine der Raupen, die Kiemen der Eintagsfliegenlarven; eine partielle hingegen die Oberkiefer der Raupen nnd mancher Köcherjungfern, die Flügel mancher Insekten und andere Organe.

Als eigentliche Umformung betrachten wir dagegen eine auf den ganzen Habitus bezügliche Veränderung eines bereits gegebenen, mehr oder weniger entfalteten Theiles.

Die Maxillen der Raupe und der Rüssel des Schmetterlings z. B. sind unstreitig typisch (und physiologisch) ganz verschiedene Dinge, die Bildung des letztern aus ersteren beruht also auf einer wahren Umformung oder Metaplase die aber, da die Rüsselladen viel länger als die Kauladen sind, zugleich von einer Entfaltung begleitet ist.

Man begreift übrigens sofort, daß speciell die Neubildung von der Umbildung nur gradweise verschieden ist, insofern ja

z. B. die neugebildeten Flügel der Larve und die durch Umbildung entstandenen Rüsselladen des Falters in letzter Linie beide aus einer gemeinsamen Grundlage, der Haut hervorgehen, nur daß dies bei den Raupenflügeln unmittelbar, bei den Falterrüsselladen aber mittelbar d. h. unter Dazwischentreten der Raupenkauladen geschieht.

Scharf zu unterscheiden hat man aber zwischen der Neubildung oder Neoplase, wie wir sie hier verstehen, und jener später zu erörternden Neuerzeugung oder Neogenese, bei der gewisse imaginale Hautorgane gar nicht aus der larvalen Weichhaut, sondern aus besonderen inneren Anlagen hervorgehen.

Nachdem wir jetzt die verschiedenen Arten des Geschehens oder Stattfindens der Hautmetamorphose auseinandergesetzt, müssen wir noch die Bedeutung oder das Ziel derselben in's Auge fassen. Und da sind vornehmlich zwei Kategorien von Veränderungen zu unterscheiden. Jene, welche sich auf die Herstellung der definitiven (Imago-) Gestalt beziehen — den Inbegriff derselben nannten wir schon früher die Imaginalisirung —, und dann jene, welche nur eine vorübergehende oder provisorische Bedeutung haben.

Da letztere noch später in Zusammenhang mit der Erklärung der Metamorphose zur Sprache kommen, beschränken wir uns im Folgenden lediglich auf die nähere Schilderung der Imaginalisirung, wobei wir mit Rücksicht auf den Umfang und die Arten der Veränderungen der Reihe nach folgende Abtheilungen unterscheiden werden.

1. Insekten, deren Anfangsstadium im Wesentlichen dem Imago gleich ist.

   Bildung der Flügel, keine oder geringe Rückbildungen. Gleiche Lebensweise:

   Geradflügler, Schnabelkerfe, Blasenfüßler.

2. Insekten, deren Anfangsstadium ähnlich wie bei 1. dem Imago gleich ist.

Flügelbildung unterbleibt (z. Th. durch Rückbildung). Gleiche Lebensweise:

Flügellose.

3. Insekten wie 1., aber Rückbildung mancher provisorischer Organe in Folge des Mediumwechsels:

Geradflügelige Netzflügler (Libellen, Eintags- und Uferfliegen).

4. Insekten, deren Anfangsstadium (Larve) vom Imago wesentlich verschieden ist.

Neubildung der Flügel, Neu- oder nur Umbildung vieler anderer Organe (z. B. Beine, Mundtheile). Meist auch (bei Mediumwechsel) Rückbildungen:

Käfer, Hautflügler, Zweiflügler p. p., Schmetterlinge, Netzflügler p. p.

I. Direkte Entwicklung mit Flügelbildung.

Vergleichen wir einen Repräsentanten dieser Gruppe, z. B. eine Küchenschabe, mit einer Biene und dann beiderlei Typen mit einem dritten gemeinsamen Zustand, d. i. mit dem Embryo (auf einem frühen Stadium), so muß Jeder zugeben, daß der Geradflügler- (oder Küchenschaben-) Typus dem ursprünglichen oder embryonalen Zustand, weit näher steht als der Bienentypus.

Es spricht sich dies besonders in dem für die Rangstufenbeurtheilung der Insekten so wichtigen Mittelkörper aus. Bei der Küchenschabe (vergl. Fig. 153) zeigt die Brust, wenn auch weniger scharf, noch dieselben drei einfachen Abschnitte, wie sie am Embryo durch Gliederung des Keimstreifs entstanden. Bei der Biene hingegen sind nicht bloß die zwei Hintersegmente der Brust unter einander, sondern noch, wie wir in Fig. 157 gesehen, mit dem ersten Hinterleibsring verwachsen, d. h. also die primäre Rumpfgliederkette ist am Bienenimago im

Zusammenhang mit der Kräftigung und Vervollkommnung des Flugapparates viel höher und stärker differenzirt als beim Geradflüglertypus. Letzterer würde ungefähr hinsichtlich der Stammdifferenzirung mit der Halbpuppe der Biene zu vergleichen sein, wo bekanntlich die Verschmelzung und Neuabtheilung der Mittelringe erst im Zuge ist.

Wenn nun aber das Imago der dieser ersten Gruppe angehörigen Kerfe relativ einfacher d. i. vom ursprünglichen Zustand relativ weniger weit als das Imago anderer Insekten entfernt ist, dann ist doch klar, daß auch die Entwicklung dieser Gruppe sich einfacher als sonst gestalten kann.

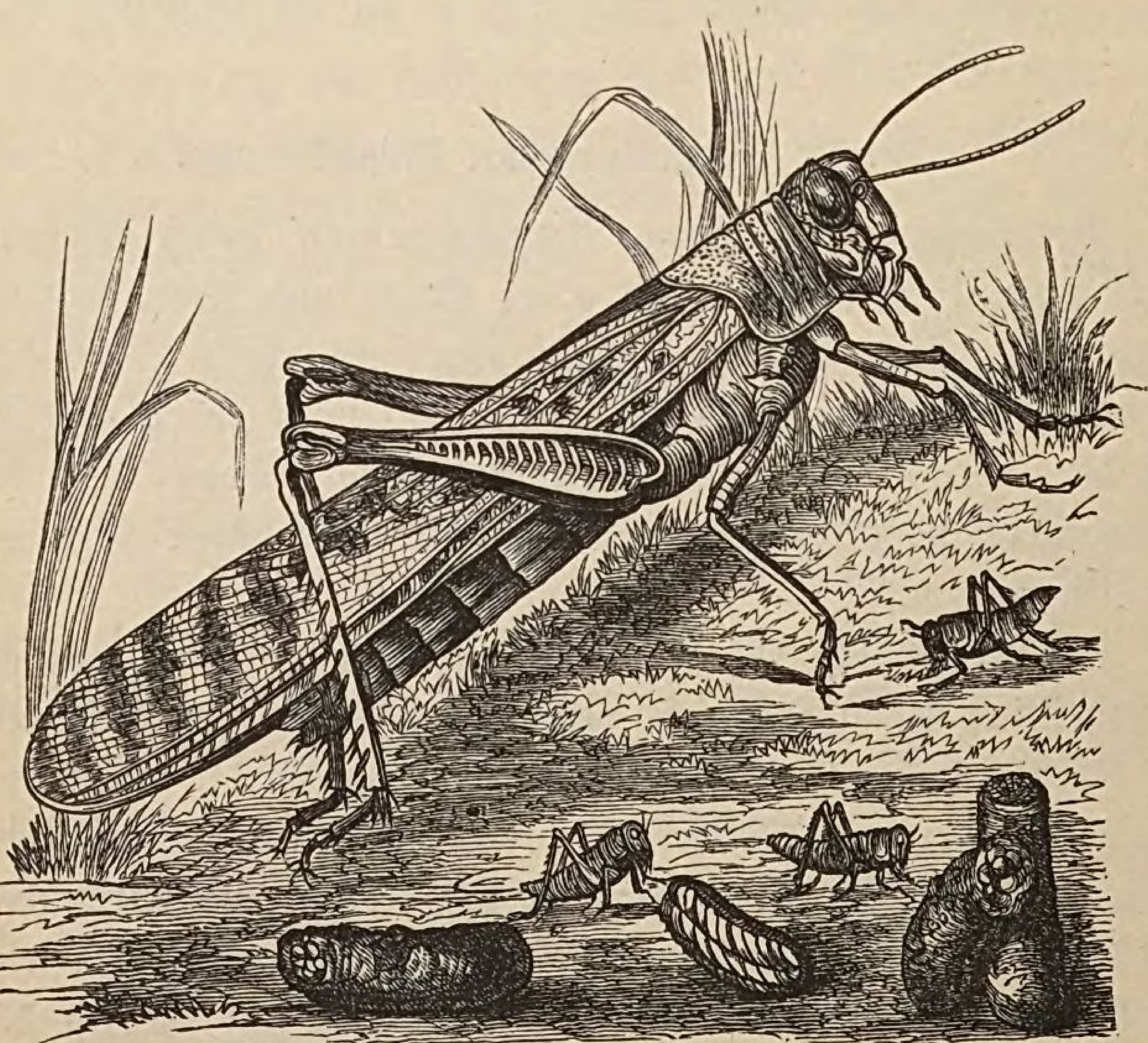


Fig. 165.
Wanderheuschrecke (Acridium) mit Jungen und Eiersäcken. Nat. Größe.

Stellen wir nun, um auf die betreffenden Veränderungen selbst zu kommen, die kleinen Springer unseres Bildes (Fig. 165) ihrer Mutter gegenüber, so ist die Familien-, ja selbst die Gattungsähnlichkeit unverkennbar. Der Unterschied liegt, von kleineren, sich allmälig ausgleichenden Differenzen abgesehen, vornehmlich im Bau der Flügelbrust resp. im Mangel der Flügel, und mit der Bildungsweise der letztern wollen wir uns denn auch zunächst beschäftigen.

Die Sache läßt sich am Leichtesten an einem Schema verstehen, wie wir ein solches in Fig. 166 entworfen haben.

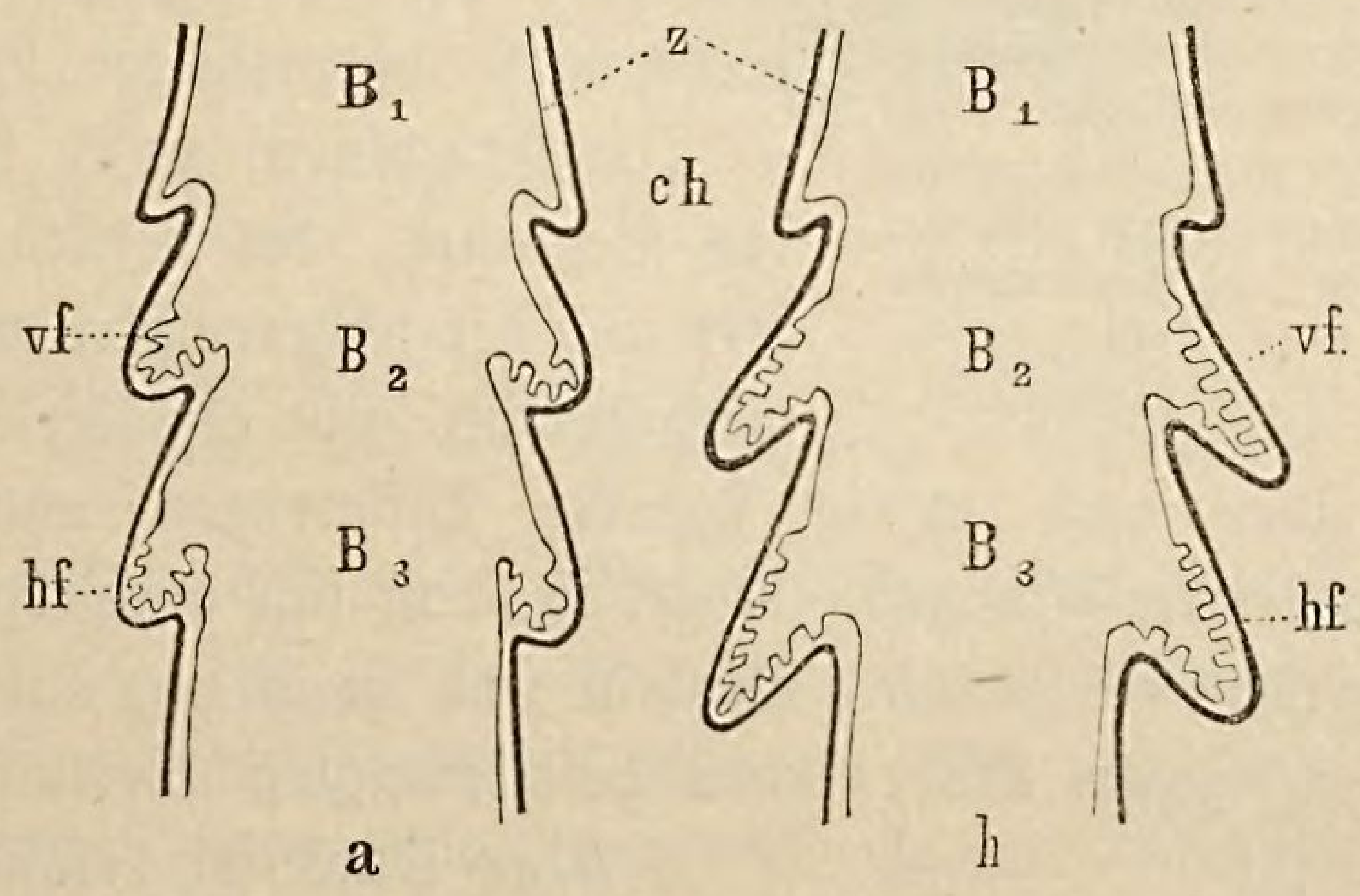


Fig. 166.
Schemata zur Erläuterung der Flügelbildung durch einfache Ausstülpung (?) der Weichhaut bei den „Ametabolen".
B1, B2, B3 Vorder-, Mittel-, Hinterbrust, vf Vorder-, hf Hinterflügel, ch Chitin-, z zellige Weichhaut. (Original.)

Darin bezeichnen B_1, B_2, B_3 die drei einander fast gleichen Brustringe, sagen wir einer jungen Küchenschabe. Ferner bedeute die äußere dicke Contur (ch) die Chitin- und die innere dünne Lage (z) die Weichhaut. Der erste Anfang zur Flügelbildung zeigt sich nun darin, daß an den betreffenden Stellen (Seitenränder eventuell Hinterecken des 2. und 3. Brustringes)

die bildungsfähige Weichhaut stärker wächst und sich auch stärker faltet als an den übrigen Theilen. Bei der nächsten Häutung nehmen dann diese *Auswüchse* d. h. diese stärker gewachsenen und stärker gefalteten Brusthauttheile die Form besonderer Lappen an, und dies sind die „*Flügelscheiden*“. „Scheiden“ deswegen, weil in ihnen nach dem gleichen Faltungsprincip wieder neue und größere Flügel sich entwickeln.

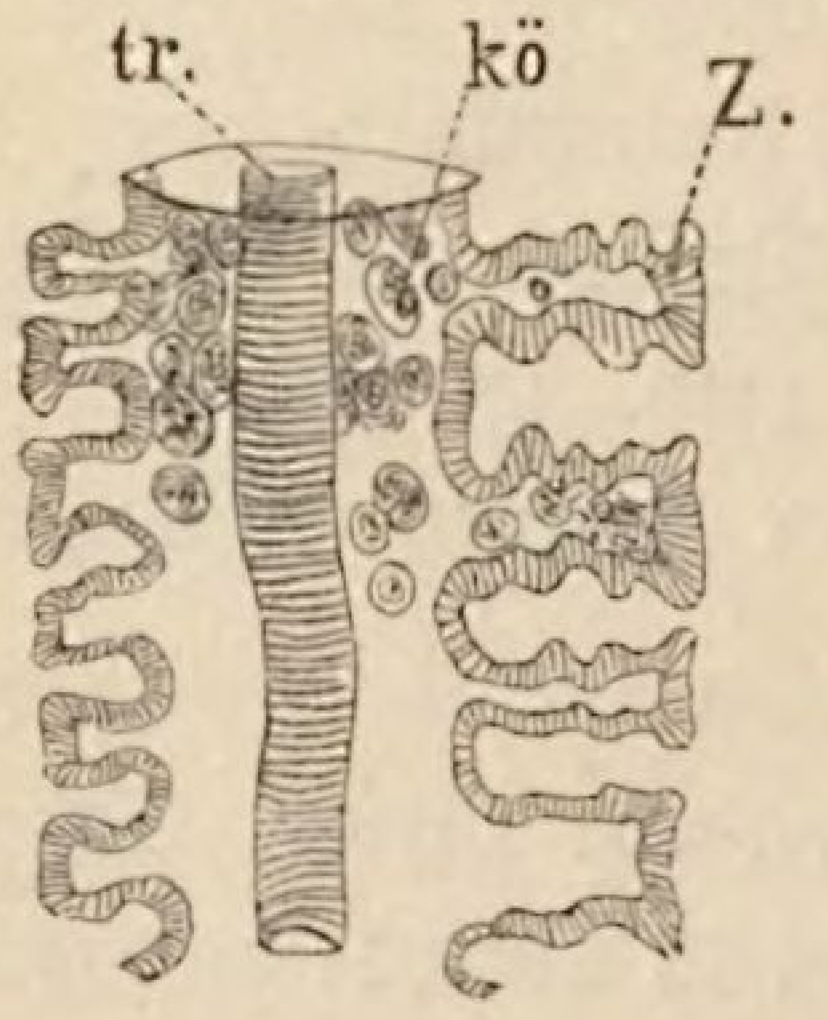


Fig. 167.
Stück eines Längsschnittes von der Flügelanlage einer ausgewachsenen Raupe.
z in primäre große und secundäre kleinere Falten gelegte Zellhaut, tr Tracheen, kö Körnerkugeln im Lumen der Flügeltasche.
(Original.)

— So ergeben sich nach und nach die in Fig. 153 und 168 reihenweise dargestellten Bildungen. — Im Einzelnen, z. B. hinsichtlich des Beginnes, der Stärke, Raschheit und der näheren Art des Flügelwachsthums, gibt es allerdings vielfache, aber noch wenig studirte Differenzen und manche interessante Anpassungen. Regel ist, daß sich die Flügelbildung durch *mehrere* Stadien hinzieht und in Bezug auf Größenentfaltung gegen Ende einen beschleunigten Verlauf nimmt. Nur Eins sei besonders hervorgehoben. Bei den meisten unserer Kerfe (Wanzen, Libellen, Eintagsfliegen, Fang- und Stabheuschrecken, Ohrwürmer u. s. w.) entstehen die Flügel wie bei der Küchenschabe vornehmlich aus den Hinterecken der Rückenplatten und behaltenauch, wie Fig. 168 zeigt, bis zur letzten Häutung eine vorwiegend horizontale Lage

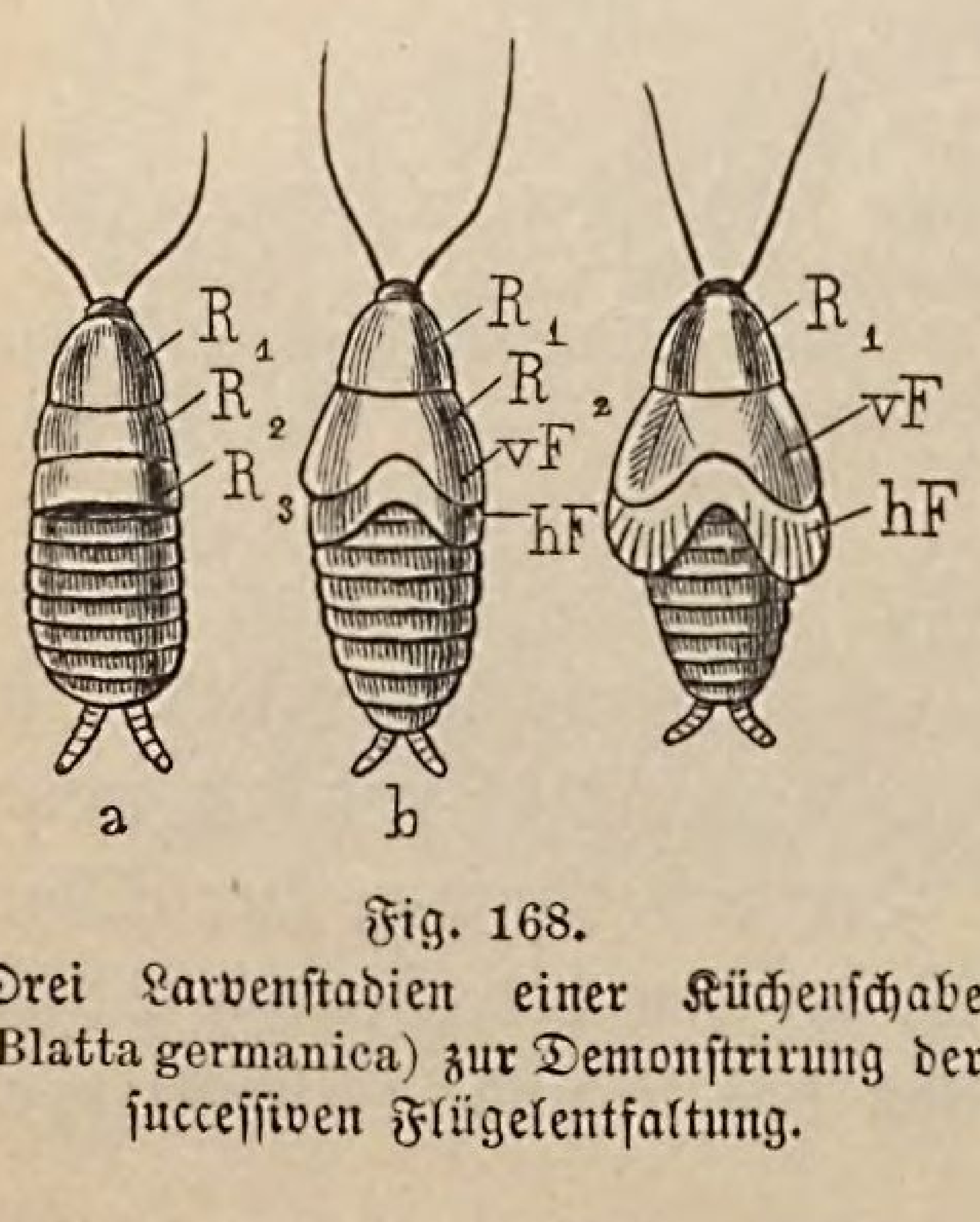


Fig. 168.
Drei Larvenstadien einer Küchenschabe Blatta germanica) zur Demonstrirung der successiven Flügelentfaltung.

bei. Bei den Grillen, den Laub- und Schnarrheuschrecken u. A. hingegen erscheinen sie (Fig. 169 vF, hF) als rein seitliche Aus-

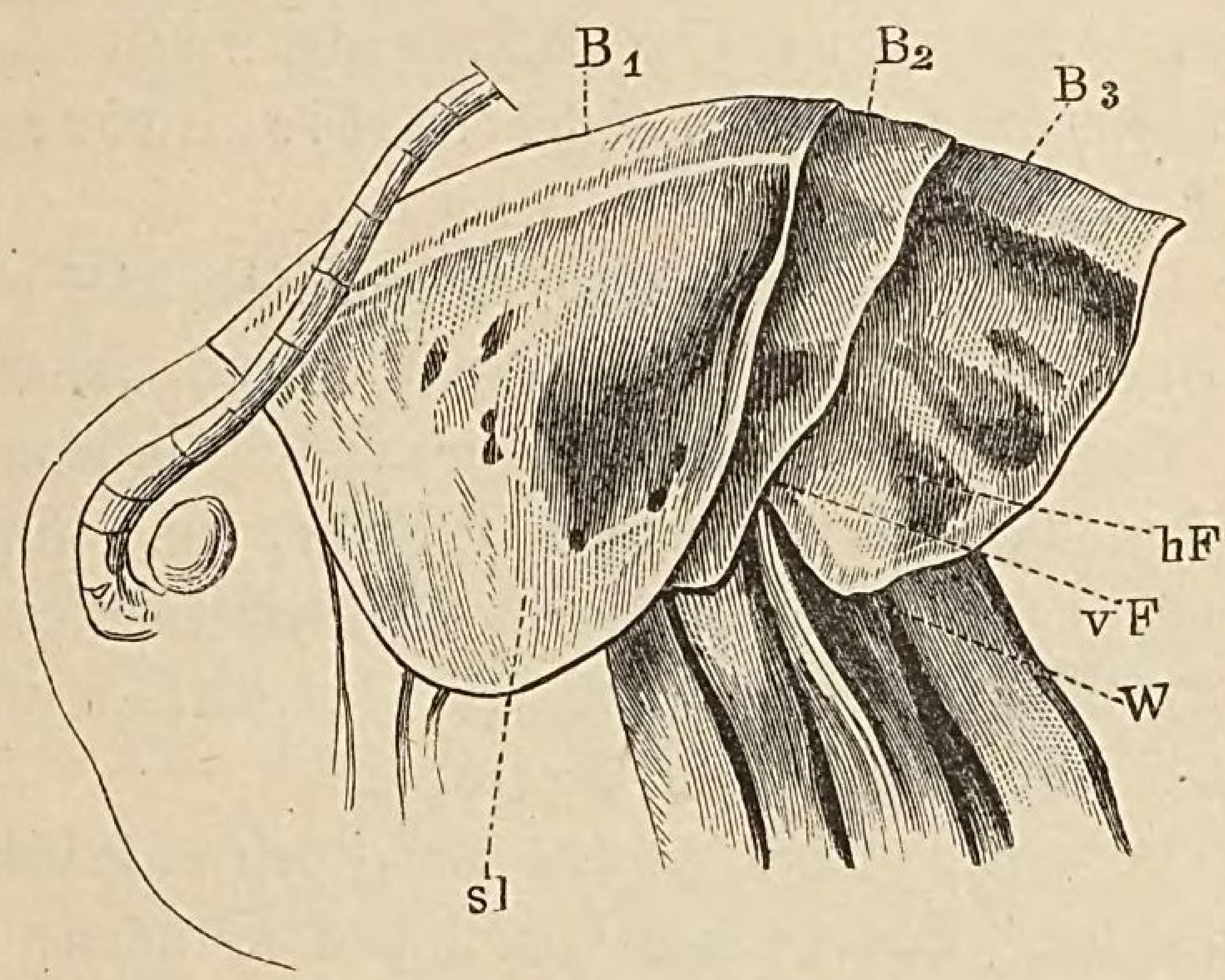


Fig. 169.
Brustkorb einer jungen Laubheuschrecke, vergr. vF, hF Anlagen der Flügel, als den Seitenlappen (sl) des Halsschildes homologe Aussackungen.

stülpungen der genannten Rückentheile, werden aber noch im unentwickelten Zustand und zwar bei der zweitvorletzten Häutung (Fig. 170) auf den Rücken umgeklappt. Bei der letzten Häutung erfolgt dann unter vorhergehender starker Abschnürung der Flügelwurzel eine neue Umdrehung, diesmal um die Längsachse, so daß dann der Außenrand des Imagoflügels dem Vorderrand der seitlichen Anlage entspricht.

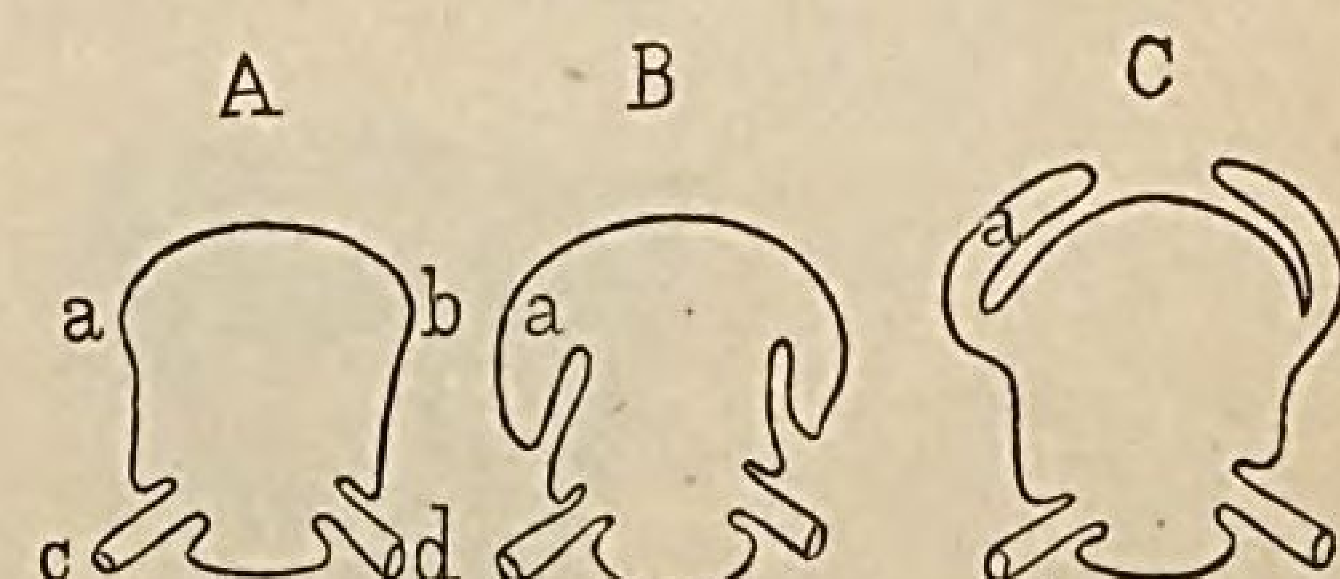


Fig. 170.
Schematische Darstellung der Flügelentfaltung der Heuschrecken an Querschnitten.
c, d die bauchständigen Beine, a, b taschenartige Falten der Rückenplatten, aus denen sich die Flügelscheiden entwickeln, und zwar bei B in ihrer ursprünglichen Lage, bei C nach erfolgter Umlegung auf den Rücken.

Zum Theil sind dies jedenfalls Anpassungen, insofern für einen niedergedrückten und breiten Leib die hori-

zontale, für einen hohen und schmalen Leib die seitliche resp. die verticale Flügellage angemessener und vortheilhafter ist und in Folge gewisser individueller Abweichungen die eine Bildungsweise auch leicht in die andere übergehen kann.

Die Entwicklung der Flügel, ist ohne Zweifel die augenfälligste Formveränderung, welche mit unseren jungen Kerfen vorgeht. Es gibt aber noch eine andere, die in mancher Hinsicht für den Beruf des Imagos wichtiger ist. Wir meinen die Ausbildung gewisser äußerer Geschlechtswerkzeuge, und speciell der insbesondere bei Libellen, bei Grillen und Laubheuschrecken sehr auffallenden Legeröhre.

Wie im ersten Band S. 224 nachzulesen, besteht letztere meist aus drei Paaren von länglichen Stücken, die von den Bauchplatten der letzten Leibesringe ausgehen. Das Nähere der Entstehung zeigt dann Fig. 178 A. Man sieht hier ein junges, sagen wir heuschreckenartiges Thier, außen mit der Hart-, innen (dünne Contur) mit der Weichhaut. Wie, vorne an der Brust, die Flügel sich bilden, ist schematisch angedeutet: durch Faltung der Weichhaut (fl_1, fl_2). Blicken wir nun in die Gegend, wo beim vollendeten Thier der (durch Punktlinien bezeichnete) Legestachel hervorsteht, so

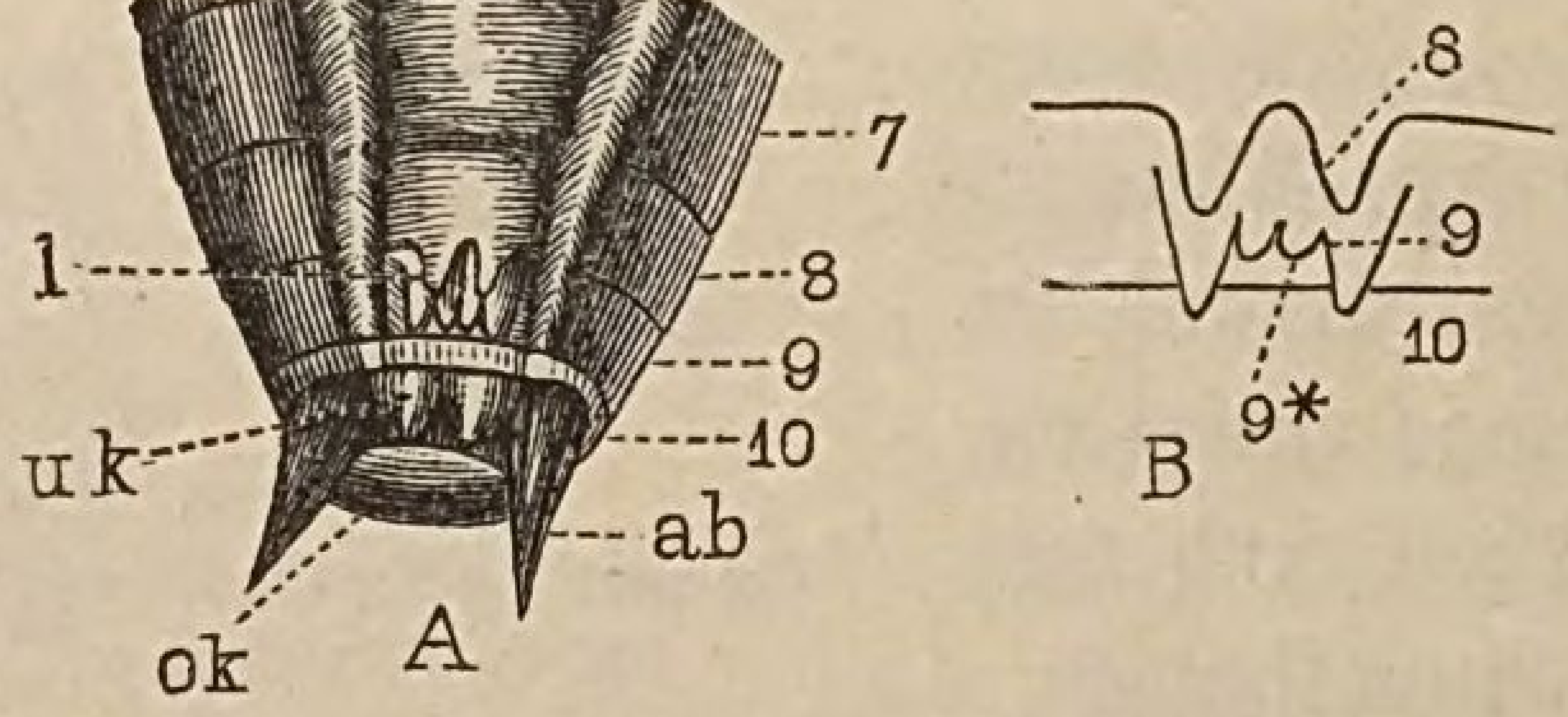


Fig. 171.
Hinterleibsende einer weiblichen Laubheuschrecke (Odontura serricauda) im Jugendzustand.
8, 9 zapfenartige Anlagen der Legeröhre.

bemerken wir an unserem jungen Geschöpf noch gar nichts. Entfernen wir aber die Harthaut, so zeigen sich uns an der achten und neunten Bauchplatte je ein Paar zapfenartiger Vorsprünge (vergl. auch Fig. 171), und der Leser sieht, daß diese Legescheidenanlagen abermals nichts Anderes als Falten der Weichhaut sind.

Nun blicke man auf das sonderbare Geschöpf in Fig. 172, das allerdings mit den in Rede stehenden Kerfen nichts zu thun hat. Selbes ist aber doch höchst interessant; es ist nämlich die Larve einer winzigen Schlupfwespe, deren Weibchen bekanntlich gleichfalls eine Legeröhre haben, und der Leser ist gewiß begierig zu erfahren, wie letztere hier, d. i. bei einem metabolischen Insekt, entsteht. Nun, ganz genau so wie bei einer Heuschrecke. Untersuchen wir nämlich das Hinterende dieser seltsamen Larve, so entdecken wir unter der Weichhaut drei Paare von Zapfen (g_1, g_2, g_3), die, wie man sieht, ganz und gar mit den Legscheidenanlagen der Heuschrecke (Fig. 171 B) übereinstimmen.

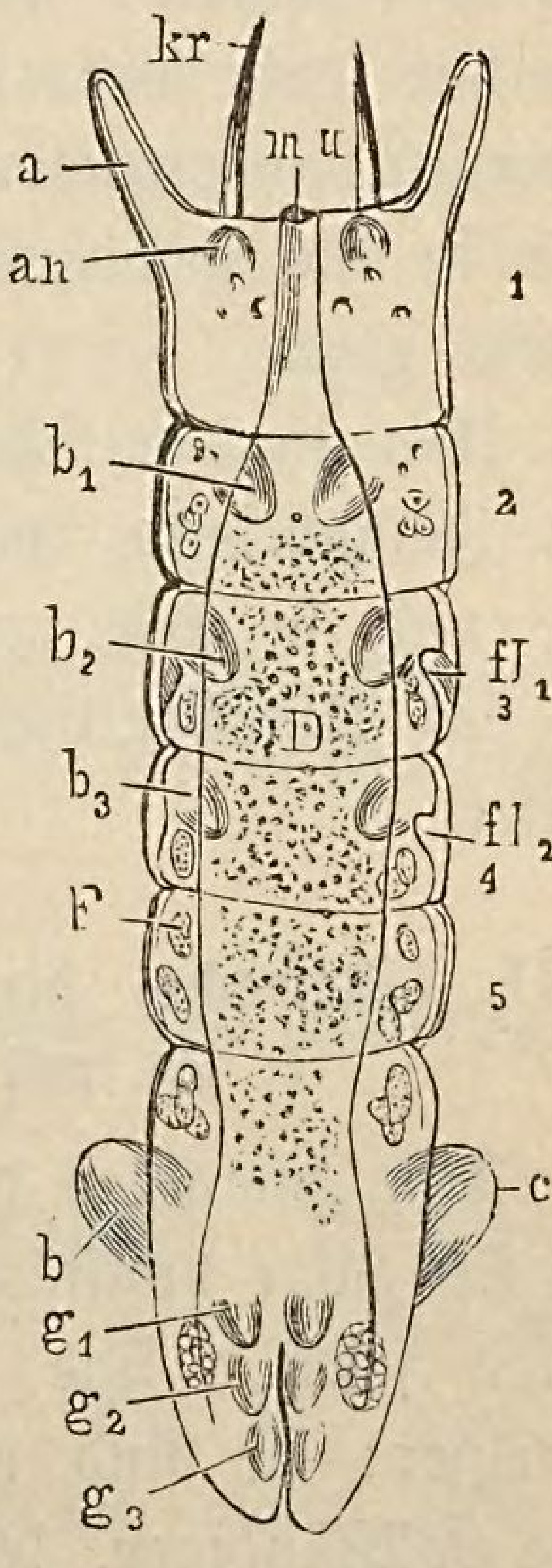


Fig. 172.
Letzte Larvenform von Polynema (Schlupfwespe), nach Ganin. g_1, g_2, g_3 Anlagen des Legestachels.

Diese Uebereinstimmung aber ist gewiß von hoher Wichtigkeit. Sie lehrt uns nämlich, daß trotz aller Verschiedenheiten im Baue und in der Bildungsweise der Insekten gewisse Hauptgrundzüge der Entwicklung dennoch bei allen dieselben sind.

Zum Schlusse noch eine Bemerkung. Die früher betonte große Aehnlichkeit zwischen den jungen und den ausgewachsenen Thieren unserer Gruppe ist zwar nicht ausschließlich bedingt, aber doch ermöglicht durch die Uebereinstimmung in ihrer Lebensweise. Dies ist aber nicht bei allen der sonst hieher gestellten Kerfen so, und denken wir dabei speciell an den Lebenslauf der Cicaden. Das Imago derselben lebt bekanntlich frei auf Bäumen, die Larve hingegen tief in der Erde an Wurzeln. Letztere besitzt zu dem Zwecke, d. i. zum Graben, auffallend starke, hakenartige Vorderfüße, ersteres braucht und hat solche aber nicht, und nun ist klar, daß, von einigen andern Abänderungen abgesehen, die Umwandlung der Hakenfüße in die gewöhnlichen Kerfbeine nicht so rasch und auf einmal geht.

Und in der That schaltet sich auch hier zwischen Larve und Imago eine wahre, ja sogar eine „ruhende" Puppe ein, und so sieht man neuerdings, daß die Mannigfaltigkeit des Insektenthums aller Eintheilung und Klassificirung spottet.

II. (Schwache) direkte Entwicklung ohne Flügelbildung; z. Th. mit rückschreitender Metamorphose.

Den Imagines der frühern Abtheilung wurde nachgesagt, daß sie zwar vollständige Insekten, aber Insekten einfachsten Stiles seien. Die Mitglieder dieser Gruppe stehen noch niedriger; sie sind wegen der mangelnden Flügel überhaupt keine vollständigen, keine ganzen Insekten mehr, sondern nichts weiter als einfache Sechsfüßler.

Im Uebrigen ist ihr Rang ein sehr ungleicher. Wir unterscheiden: 1) Kerfe, die sich, wie z. B. manche Blattläuse, Höhlenheuschrecken u. s. w., nur als flügellose Formen der früheren Gruppe, der Wanzen, der Geradflügler u. s. f. herausstellen und, die Sexualorgane abgerechnet, als Imagines

ungefähr auf der Stufe stehen, welche die Jugendstadien der genannten einnehmen. 2) Typische Flügellose, wie die Springschwänze, z. Th. gleichfalls von echt larvenartigem Habitus, indem bei manchen nur sog. Punkt- und keine Facettaugen vorkommen und der Endabschnitt ihrer Beine, was ganz larvenmäßig, bisweilen nur ein Glied und eine Klaue hat. 3) Endlich Kerfe, die, wie die unterschiedlichen Haar- und Feder-, sowie die Schildläuse, gleich den ebengenannten nur flügellose Formen der ersten Gruppe, speciell der Schnabelkerfe, sind, in Folge ihrer parasitischen Lebensweise aber nicht bloß die Flügel, sondern auch manche andere specifisch imaginale Charaktere, wie die zusammengesetzten Augen, die Fühler, die mehrgliederigen Tarsen u. dergl., verloren haben, und so, wie gebürlich, auf der langen Stufenleiter der Insekten zu allerunterst, noch unter den Springschwänzen und ähnlichem Gelichter placirt werden.

Mit dieser Eintheilung ist auch schon ihre theils sehr kurze, theils rückläufige Entwicklung z. Th. mit Metamorphose angedeutet.

III. Direkte Entwicklung mit Flügelbildung und Rückbildung provisorischer Organe.

Auch mit diesen Kerfen (Eintagsfliegen, Libellen 2c.) brauchen wir uns nicht lange aufzuhalten; denn es sind wahre Geradflügler nur mit dem Unterschiede, daß sie, weil ihre Entwicklung im Wasser geschieht, während dieser Zeit mit besonderen, diesem Medium entsprechenden Organen, namentlich mit Flossen, Kiemen 2c. ausgerüstet sind, die dann beim Uebergang in die Luft in der Regel abgelegt werden.

Obgleich wir nun von diesen Kerfen schon vieles gehört, wolle man sich doch noch nachstehendes Schema einer hübschen Eintagsfliegenlarve ansehen.

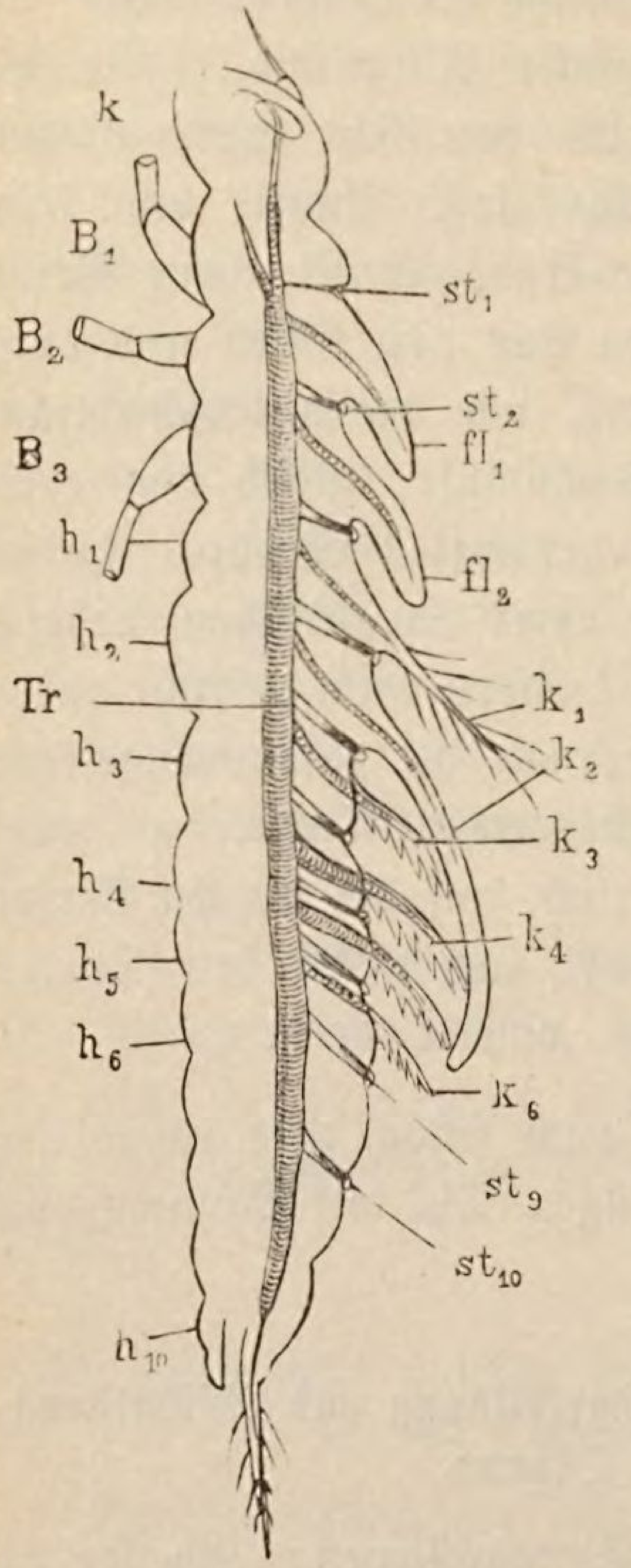


Fig. 173.
Schematisirter Median-Längsschnitt einer Eintagsfliegenlarve (Coenis).

k Kopf, B_1—B_3 Vorder-, Mittel- und Hinterbrust resp. Beine, h_1—h_{10} Hinterleibsringe, fl_1 Vorder-, fl_2 Hinterflügelanlagen, k_1 borstenartige Kieme (?) des 1. Hinterleibsringes, k_2 als Kiemendeckel fungirende Dorsalausstülpung am 2. Ring, k_3—k_6 eigentliche Tracheenkiemen am 3., 4., 5. und 6. Ring; Tr Tracheenlängsstamm, st_1—st_{10} (an der Larve nur während der Häutung sich öffnende) Stigmen sammt Tracheen. (Original.)

Am Vordertheil finden wir fast Alles so wie bei einer jungen Heuschrecke, zumal auch die Flügelanlagen (fl_1, fl_2) der Mittel- (B_2) und Hinterbrust (B_1). Höchst sonderbar ist aber der Hinterleib. Auf den ersten Blick glaubt man, er sei an der Wurzel mit zwei Flügeln bedeckt. Dies sind aber zwei Decken, die vom Hinterleib selbst, und zwar vom zweiten Ring entspringen. Beobachtet man unterm Mikroskop das lebende Thier genauer, so sieht man ferner unter diesen Hinterleibsflügeln gefranste, dünne Platten nach Art einer Kreissäge sich hin- und herbewegen: dies sind die Tracheenkiemen. Außerdem bemerkt man vor den erwähnten Decken, am ersten Hinterleibsring, noch ein Paar ästiger Fortsätze. Das Schema zeigt nun das nähere Verhältniß dieser Anhänge. Alles sind den Flügeln ähnliche, aber z. Th. vielleicht mehr seitliche Ausstülpungen der Hinterleibsringe. Am dritten, vierten, fünften und sechsten (h_3—h_6) stehen zunächst die

unter sich gleichen Kiemen (k_3—k_6). Die gewissen Flügelchen am zweiten Ring (k_2) sind der Lage nach dasselbe, ihrer Bestimmung nach aber, ähnlich wie bei Krebsen, Deckel oder Schutzvorrichtungen für diese zarten Organe.

Unklar bleibt die Bestimmung der starren, spießigen Fortsätze am ersten Ring (k_1), auf denen sich mit Vorliebe allerlei Glockenthierchen ansiedeln.

Bei der letzten Häutung fallen dann auch hier auf die im frühern Kapitel beschriebene Art alle diese schönen Sachen fort; die zehn schon vorbereiteten Stigmen (st_1—st_{10}) öffnen sich und das früher so unsaubere Schlammthier fliegt als nettes Kerfchen in die Lüfte.

In mancher Hinsicht sieht dies nun gewiß sehr einer „Verwandlung“ ähnlich, man vergesse aber das schon im ersten Band Gesagte nicht, daß nämlich bei gewissen Formen (Fig. 164) die Kiemen gar nicht abgeworfen werden, im Ganzen also, die Flügel abgerechnet, das Imago genau dieselben Theile wie die „Larve“ hat.

IV. Entwicklung mit Metamorphose.

Obzwar kaum ein zoologischer Gegenstand so populär wie die Metamorphose der Insekten ist, so besitzen wir doch über den Vorgang, wir möchten sagen über die Technik der Verwandlung selbst, nur eine einzige den gegenwärtigen Anforderungen einigermaßen entsprechende Darstellung, nämlich die von Weismann, über Corethra plumicornis, welche Arbeit wir denn auch, unter Benutzung einiger anderer z. Th. eigener Detailstudien der folgenden Schilderung zu Grunde legen.

Da das Ziel der Corethra-Entwicklung, resp. das Bild einer Mücke allen Lesern bekannt sein dürfte, beginnen wir gleich mit der kurzen Musterung des Anfangsstadiums

d. i. der Larve (Fig. 174), und nehmen zunächst den Kopf in Augenschein.

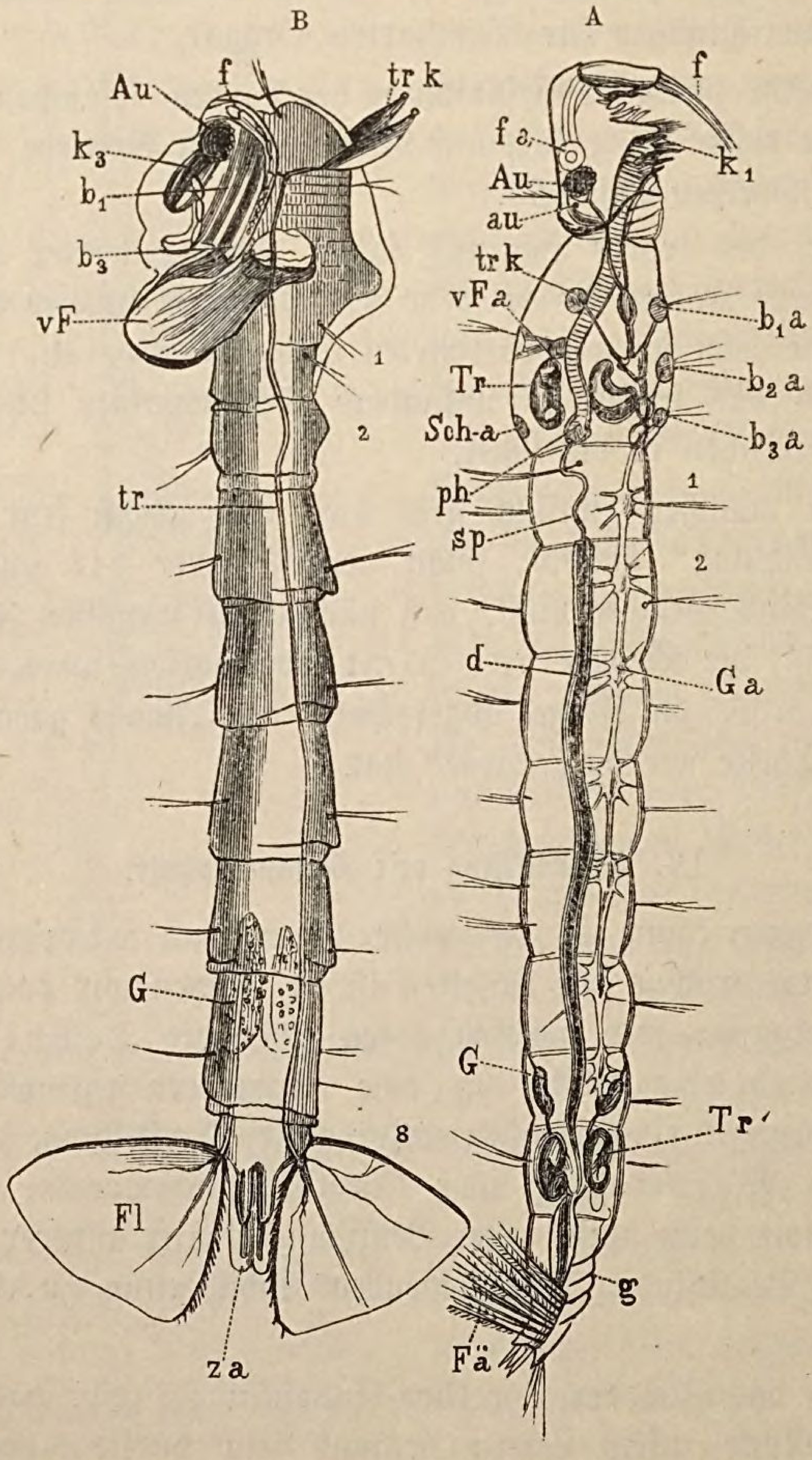


Fig. 174. (Erklärung s. S. 493.)

Von oben betrachtet zeigt derselbe bis auf die schnabelartige Verlängerung nichts Absonderliches, dagegen wir uns bei seitlicher Ansicht einem grimmig vorlugenden Spinnenhaupt gegenüber glauben. Dies rührt von der eigenthümlichen Beschaffenheit und Stellung der Fühler her. Während diese Anhänge bei andern Kerflarven meist ganz unansehnliche, oft sogar ganz in die Haut einziehbare Vorsprünge darstellen, sind die Corethra-Fühler weitaus die stärksten und wichtigsten Gliedmaßen. Es sind ihrem Gebrauche nach überhaupt keine echten Fühler, sondern den berüchtigten Spinnenklauen ähnliche, nach hinten einschlagbare Fangwerkzeuge: also Kieferfühler. Sie bestehen (Fig. 174 A f), wie jene, aus einem dicken Stiel, tragen aber statt der Klaue einen Rechen steifer Borsten. Jetzt begreift man auch, warum unsere für ihre lebende Umgebung schwer sichtbare Larve oft so lange, wie festgebannt, an einer Stelle verweilt. Sie lauert auf Beute, die sie dann mit ihren „Fühlern" etwas unsanft berührt und den weiter hinten befindlichen eigentlichen Mundtheilen überantwortet. Letztere zeigen mit Uebergehung einiger theils borsten-, theils blattartiger Zwischenanhänge (β) folgende Einzelheiten: erstens eine große, lappenartige Oberlippe (ol), dann, die Hauptsache, ein Paar kräftige, mehrzahnige Oberkiefer (k_1) und endlich, hinter der Mundöffnung, zwei

Erklärung zu Fig. 174.

Zur Entwicklung der Federbuschmücke (Corethra plumicornis), nach Weismann.

A Larve nach der 2. Häutung. f Fühler, fa Anlage der Imagofühler, Au Haupt- (Imago-), au Neben- (Larven-) Auge, k_1 Oberkiefer, b_1a, b_2a, b_3a Anlage der Vorder-, Mittel- und Hinterbeine, trk Anlage der Tracheenkieme, vFa der Vorderflügel, Scha der Schwinger (Hinterflügel), 1—9 Hinterleibsringe, Tr vordere, Tr' hintere Tracheenblasen, ph fischreusenartiger Pharynx, d Mitteldarm, Ga Ganglienkette, G Anlage der Geschlechtsdrüsen, Fä fächerartiges Schwanzorgan. cca 12 mal vergrößert.

B Puppe. f Fühler, Au Augen, k_3 Unterlippe (Rüssel), b_1, b_3 Beine, vF Vorderflügel, tr Tracheenlängsstamm, (trk) sog. Stigmenkiemen, G Geschlechtsdrüsen, za zangenartige äußere Geschlechtstheile, Fl Schwanzflossen.

Paare von schwächeren Griffeln: die Unterkiefer und Unterlippe (k_2, k_3).

Uebergehend auf die Brust, so ist vorerst der gänzliche Mangel von irgend welchen Anhängen zu constatiren; um so auffallender erscheint es, daß dieser Rumpfabschnitt dann nicht in die drei typischen Segmente zerlegt ist, sondern ein einziges größeres Stück ausmacht. Der übrige Rumpfkörper oder der Hinterleib besteht dann aus zehn schlanken, durch deutliche Kerben von einander gesonderten Somiten, deren letztes (10) spitz ausgezogen ist. Dieser Schlußtheil hat nun, gleich dem Kopf, eine auffallende Ausrüstung. Das Wichtigste ist, unten auf der Mittellinie, eine Art Steuerruder oder Flosse (Fä), bestehend aus steifen, fiedrigen Haaren, die sich fächerartig zusammenlegen und entfalten lassen. Dazu kommen dann an der Leibesspitze selbst die für Kerflarven obligaten Griffel und Borsten, also Stützvorrichtungen für kriechende Thiere, die hier ziemlich überflüssig erscheinen. —

Stellen wir jetzt, nach stattgefundener Beschreibung der Larve, eine ordnungsmäßige Vergleichung mit dem Imago an, so wird sich genau zeigen, was am einen Zustand verändert werden muß, um den andern zu bekommen. Es handelt sich um dreierlei: erstens um totale Entfernung gewisser (provisorischer) Larventheile, zweitens um die Umformung anderer und drittens um die Neubildung mancher Imaginalorgane. Zu entfernen sind z. B. der Schwanzfächer, die Endgriffel und die früher vergessenen Tastborsten an den Rumpfringen. Umzuformen sind: Kopf und Brust im Allgemeinen und dann die Anhänge des ersteren, soweit daraus Fühler und Mundtheile der Mücke werden.

Ganz neu zu bilden sind endlich, von den äußern Sexualorganen absehend, sämmtliche Brustanhänge: die Beine und Flügel.

Wir besprechen nun gleich die letztern, also die

a. Neubildungen.

Vom Ausschlüpfen aus dem Ei bis zur ersten Häutung und desgleichen von da bis zur zweiten Häutung findet nach Weismann an der Brust der Corethra-Larve keine merkliche Veränderung statt, und abgesehen vom verfrühten Auftreten der (imaginalen) Facettaugen (Fig. 174 Au) können wir überhaupt sagen, daß unser Glasthier während der ersten zwei Perioden des freien Lebens den ursprünglichen Charakter beibehalte.

Sowie aber die zweite Häutung vorüber und das letzte Larvenstadium beginnt, fallen im vollkommen durchsichtigen Thorax mehrere kleine pustelartige Anschwellungen an der Haut auf, die sich (vergl. Fig. 175) ihrer Lage nach als die ersten deutlichen Anlagen der Beine ($b_1 a$—$b_3 a$), ferner der Flügel (vF a) und der die Hinterflügel vertretenden Schwingkölbchen (Sch a) darstellen, und welche Weismann ihrer Bedeutung und ungefähren Gestalt wegen als „Imaginalscheiben" bezeichnete.

Die erste Frage ist nun selbstverständlich, wie sehen diese ersten Imaginalkeime aus und wie entstehen sie? Sicher ist zunächst nur: 1) daß es verdickte Stellen oder Wucherungen der Weichhaut sind, und 2) daß diese Theile, wenn sie eine gewisse Ausbildung erlangt haben, in die umgebende dünnere Haut hineingestülpt erscheinen.

Zur Erläuterung nehme man zunächst das Querschnittschema Fig. 175 A zur Hand. Es bedeute wieder die äußere Contur (ch) die Chinhülle und die innere (z) die zellige Weichhaut. An letzterer sieht man nun oben (bei f) und unten (bei b) je ein Paar verdickter Stellen, welche in die umgebende dünnere Weichhaut eingestülpt sind, sich somit als die in Rede stehenden Flügel- und Beinanlagen erweisen.

Würde man nun das Zustandekommen dieser Bildungen nach dem bisher Gehörten erklären, so müßte man etwa so sagen. Zuerst fand an den gewissen Hautstellen ein stärkeres Wachsthum resp. eine Vergrößerung und Vermehrung ihrer Zellen statt. Durch die Vergrößerung, beziehungsweise Verlängerung der Zellen entstand die Verdickung, durch die Vermehrung derselben aber die Erweiterung des betreffenden

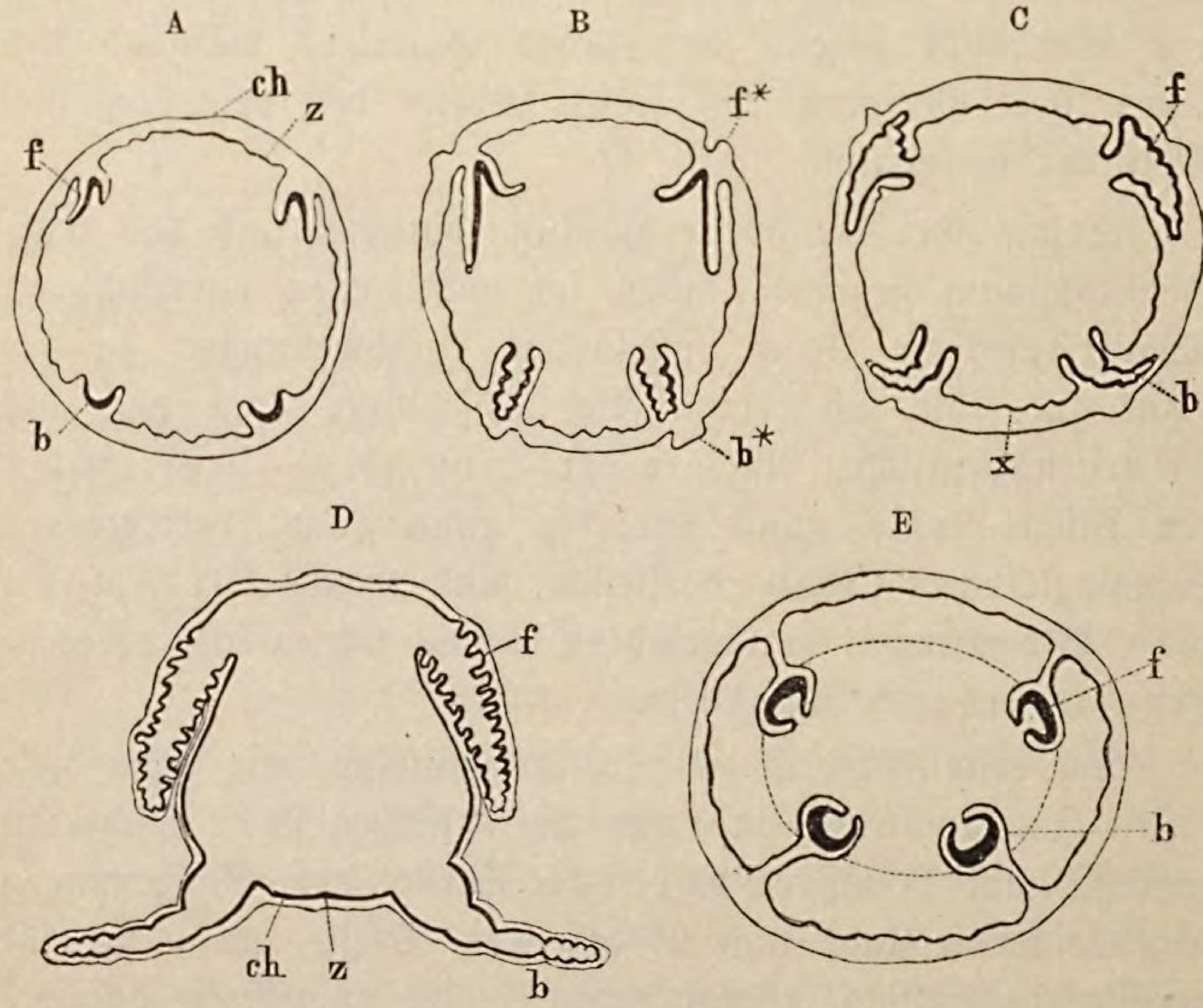


Fig. 175 A—E.
Schemata zur Erläuterung der Beine- und Flügelbildung in der Larve und Puppe der metabolischen Insekten an Querschnitten.
Ueberall ist die äußere Contur (ch) die Chitin-, die innere (z) die zellige Weichhaut (Epidermis).
f Flügel-, b Beinanlagen.

A Erste Anlage der Imaginalzapfen. (Larve I. St.)
B Fortschreitende Versenkung derselben. (Larve II. St.)
C Beginnende Ausstülpung derselben. (Larve III. St.)
D Vollendete Ausstülpung nach Abstoßung der Larvenhaut. (Puppe.)
E Stadium B mit tieferer Einsenkung der Imaginalfalten und Verengerung der Einstülpungsöffnung. (Original.)

Hautstückes und dadurch die Faltung, auf welche die Einstülpung des verdickten Theiles zurückzuführen.

In jüngster Zeit haben aber zwei namhafte Forscher, nämlich Dewitz und Ganin wesentlich andere, jedoch unter einander wieder abweichende Darstellungen gegeben. — Um kurz zu sein behauptet Ersterer, daß die dünne Membran

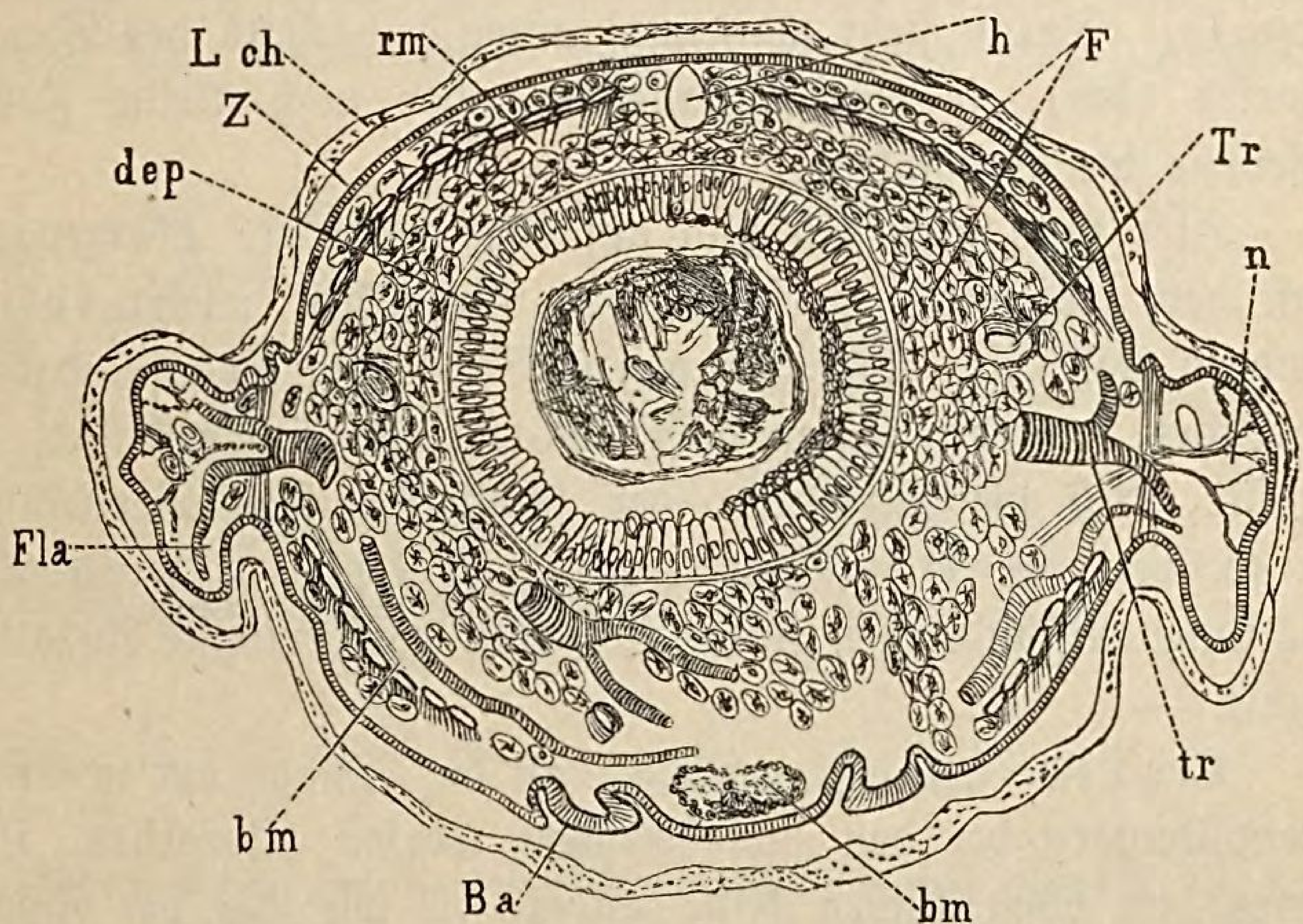


Fig. 176.
Querschnitt durch die Mittelbrust einer Larve der franz. Wespe (Polistes gallica). ch Chitinhaut (abgehoben), Z zellige Weichhaut, rm Rücken-, bm Bauchlängsmuskeln, h Herz, dep Darmepithel, F zelliges Bindegewebe, Tr u. tr Tracheen, n Nervenendigungen an der Haut, bm Bauchmark, Ba Anlagen der Beine (Falten der Epidermis. (Original.)

der Tasche, in welcher der verdickte Imaginalzapfen liegt, durch Abspaltung aus der massiv gedachten primären „Imaginalscheibe“ entstünde, etwa so, als wenn man mit einem Hohleisen nahe der Rinde einen Einstich in einen Apfel machte.

Da sich aber, wie wir von früher wissen, solche Fragen nur an dünnen Schnitten mit Sicherheit entscheiden lassen,

so haben wir diese Methode auch hier und zwar bei einer halbreifen Polistes-Larve versucht.

An einem dieser Schnitte (Fig. 176) kann sich der Leser nun ein eigenes Urtheil bilden.

Zu äußerst bemerkt er eine zarte, vielfach verbogene Membran d. i. die abgehobene Chitindecke; die Weichhaut, auf die es hier ankommt, ist dann die zweite (quergestrichelte) Lage (z). Daran sieht man nun, unten beiderseits des Bauchmarkes (bm), je eine auffallende, aber noch kleine Falte, offenbar die Beinanlage.

Hier kann man sich nun auf das deutlichste überzeugen, daß der zapfenartig vorspringende Mitteltheil n i c h t s o l i d, sondern hohl ist, und daß dessen Verdickung lediglich davon herrührt, daß die Zellen dieser Partie etwas höher sind. — Dafür, daß die Membran der schüsselförmigen Vertiefung, in welcher der Beinzapfen liegt, von letzterem durch Abspaltung entstanden sei, findet sich nicht der geringste Anhaltspunkt. —

Der Leser hat jetzt gesehen, daß die Anlage der gewissen Neubildungen bei den metabolischen Kerfen (Corethra, Polistes) im Wesentlichen keine andere ist wie die der Flügel bei den ametabolischen (Küchenschabe).

Ein gewisser Unterschied zeigt sich erst bei der weiteren Entwicklung, i n s o f e r n nämlich, a l s b e i d e n l e t z t e r n d i e f r a g l i c h e n F a l t e n s o f o r t s i c h ä u ß e r l i c h z w i s c h e n H a r t- u n d W e i c h h a u t w e i t e r a u s b r e i t e n (vergl. Fig. 175 C), w ä h r e n d b e i d e n m e t a b o l i s c h e n d i e s e m S t a d i u m d e r v o r h e r r s c h e n d e n A u s s t ü l p u n g e i n a n d e r e s, nämlich d a s d e r g l e i c h z e i t i g e n E i n s t ü l p u n g (B) vorhergeht.

Wir sagten „gleichzeitigen" Einstülpung, weil im selben Maße, als der Bein- oder Flügelzapfen (175 Bf* b*) nach außen d. i. centrifugal sich verlängert, seine Scheide oder Tasche sich

nach innen d. i. centripetal ausbreitet. Auf die Weise kommt es auch, daß trotz der beständigen Verlängerung dieser „Anhänge" ihre Spitze sich doch nicht über das Niveau der Weichhaut erhebt, ja im Gegentheil bisweilen beträchtlich unter dasselbe hinabsinkt.

Was aber eigentlich der Grund dieser combinirten Aus- und Einstülpung ist, ob sie, anfangs wenigstens, vielleicht auch durch den Widerstand der äußern Chitinhaut bedingt sei, davon weiß man ebensowenig wie hinsichtlich

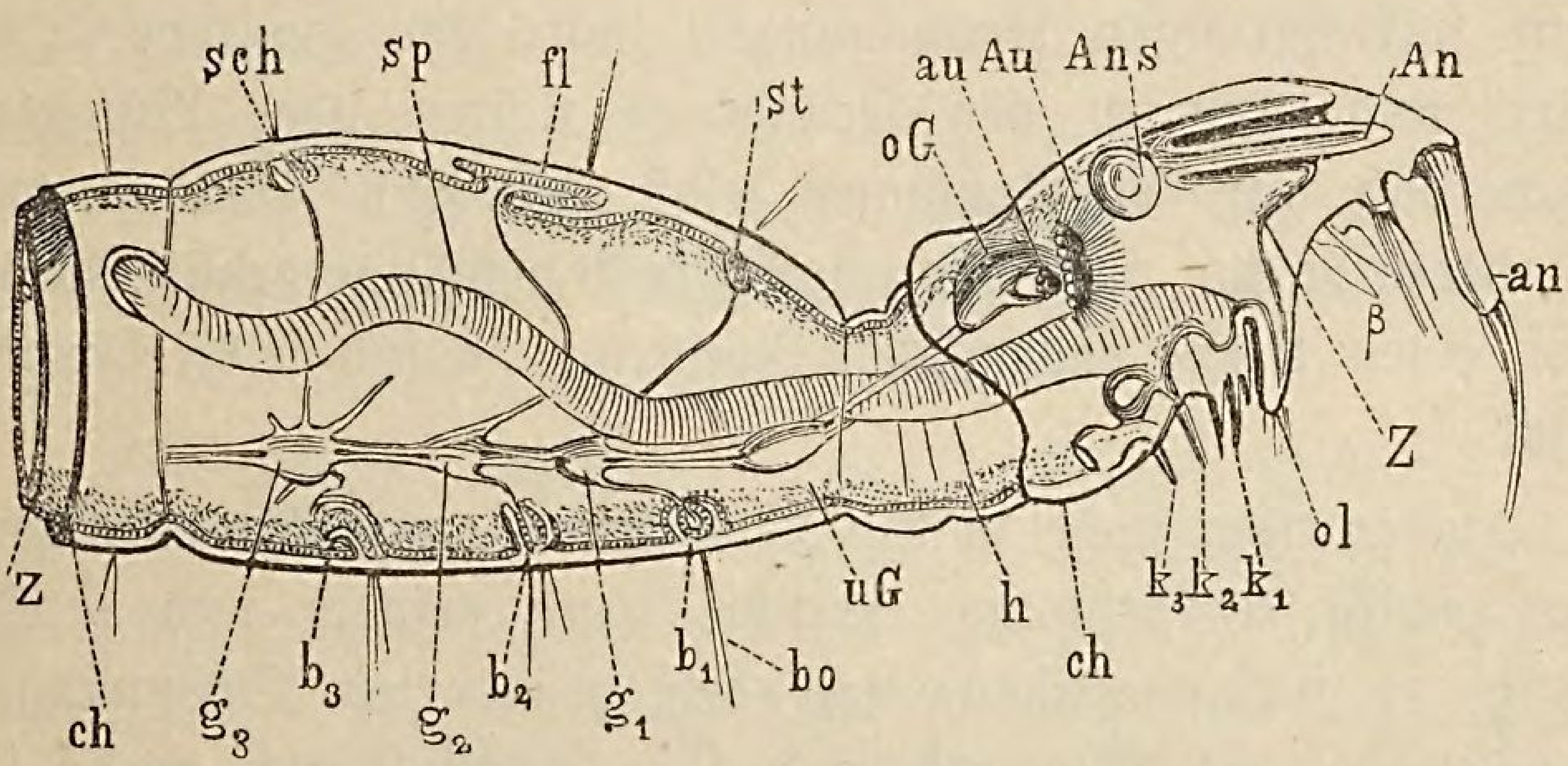


Fig. 177.
Vorderleib einer Corethra-Larve (etwas schematisirt), nach Weismann.
ch äußere Larvenchitinhaut, z zellige Larven- und Imagohaut, an Larvenfühler, An Imagofühler, in der von der Caticula zurückgezogenen Zellhaut sich bildend, Ans Fühlerscheibe, Au Haupt-, au Nebenauge, oG oberes, uG unteres Schlundganglion, β provisorische Larvenmundanhänge, ol Oberlippe, k_1 Vorder-, k_2 Mittel-, k_3 Hinterkiefer (Unterlippe), h Hals, g_1, g_2, g_3 Vorder-, Mittel- und Hinterbrustganglion, b_1, b_2, b_3 Beinanlagen an der Zellhaut (in verschiedener Entwicklung), kst Anlage der Kiemenstigmen (Vorderbrustflügel), fl der eigentlichen (Mittelbrust-) Flügel, sch der Schwinger (Hinterbrustflügel), sp Speiseröhre.

der offenbar ganz analogen Einstülpung des Libellen- oder Wanzenkeimstreifs. —

Nur so viel ist wahrscheinlich, daß diese Verborgenheit der Imaginalanlagen und der dadurch ermöglichte längere Fortbestand des Larval-

lebens dem sich entwickelnden Thier unter gewissen, später zu erwähnenden Umständen von Vortheil sein kann.

Wir kommen nun auf die weitere Differenzirung und Entwicklung unserer Anhänge, müssen uns jedoch, unter Verweisung auf die ausführliche Arbeit Weismann's, auf die Erklärung beschränken, daß es sich in jeder Hinsicht um eine wahre Entfaltung handelt. Letztere zeigt sich einmal in der fortschreitenden Verlängerung der Anhänge, die aus naheliegenden Gründen, zumal an den Beinen, zu mannigfachen, meist spiralförmigen Krümmungen nahe der Hautoberfläche führt, und dann in den secundären Falten oder Runzeln, welche sich auf den Anhängen selbst (175 Bb*) bilden und von deren Natur man eine ungefähre Vorstellung erhält, wenn man einen vorne zugenähten Rockärmel in sich selbst hineinstülpt.

Haben aber diese in den Weichkörper versenkten Anlagen eine gewisse Ausdehnung erreicht, dann erfolgt, und z. Th. gewiß im Zusammenhang mit den geänderten Spannungsverhältnissen des Binnenkörpers, ihre Ausstülpung, wobei sie unter gleichzeitiger Glättung der erwähnten Falten und Runzeln noch weit größer werden, als sie im invaginirten Zustand zu sein schienen.

Bei einem Insekt, dessen Chitindecke so vollkommen durchsichtig wie bei der Corethra ist, können wir die jetzt flüchtig skizzirten Veränderungen Schritt für Schritt mit den Augen verfolgen und uns so überzeugen, daß die Larve nur ganz allmälig aufhört Larve zu sein und ebenso allmälig anfängt Puppe resp. Imago zu werden.

Bei undurchsichtigen Kerfen hingegen bemerken wir von allen diesen Vorgängen gar nichts, und so sind wir freilich sehr erstaunt, wenn beim endlichen Aufspringen der

Chitinhaut ein mit Beinen und Flügeln versehenes Wesen hervorkommt.

Es ergäbe sich nun zunächst die gewiß nicht so müßige Frage, ob bei allen metabolischen Insekten die Imaginalisirung der Larve relativ d. i. in Bezug auf die gesammte Dauer des Larvenlebens zur gleichen Zeit beginnt und ob dieser Proceß überall mit derselben Geschwindigkeit abläuft.

Leider läßt sich diese Frage gegenwärtig nur sehr unvollkommen beantworten, und zwar erstens deshalb, weil dieser Vorgang bisher nur an wenigen Formen studirt wurde, und zweitens wegen des Umstandes, daß man noch immer die Entwicklungsphasen nach den Häutungsperioden bestimmt, trotzdem die Zahl der letzteren, wie uns bekannt, bei den verschiedenen Insekten höchst ungleich und der Werth einer solchen also ein sehr verschiedener ist. —

Für manche unserer Leser dürfte übrigens schon die Thatsache ganz neu sein, daß bei gewissen metabolischen Insekten die Imaginalisirung schon vor der vorletzten Häutung beginnt, ein Umstand, der allerdings bereits Swammerdamm und Herold bekannt war.

Von den Bienenlarven wurde oben gesagt, daß sie sich als Larven gar nicht häuten; bei den Ameisen, mit ähnlicher Zarthaut, soll dies nach Dewitz wenigstens einmal geschehen. Ihr Larvenleben zerfällt also, mit Rücksicht auf diese Häutung nicht in drei, wie bei Corethra, sondern nur in zwei Perioden. Dewitz hat nun nachgewiesen, daß bei diesen Kerfen das erste Stadium der Imaginalisirung d. i. die Anlage und z. Th. auch die Differenzirung der Brustanhänge faktisch schon vor der ersten Häutung beginnt, die Entwicklung also sich nicht ganz auf das Endstadium concentrirt.

Ja, wird man sagen, dann muß man doch an den älteren Larven, d. i. nach der ersten Häutung, schon äußerlich, d. i.

an der Chitinhaut, die Spuren dieser Glieder sehen; denn die neue Harthaut stellt ja immer einen getreuen Abdruck der alten Weichhaut mit all' ihren Aus- und Einstülpungen dar. Und dies ist auch thatsächlich so. Man nehme, um darüber ganz klar zu werden, neuerdings Fig. 175 A in Augenschein. ch zeige den Umriß der neugebornen Larve. Später faltet sich die Weichhaut (z) und bilden sich die Imaginaleinstülpungen (b, f). Gleichzeitig beginnt aber auch schon die Abscheidung einer neuen Chitinhaut, und zwar auch über den Imaginalscheiben. Hierauf geschieht die erste Häutung, d. h. die ringsum glatte Larvenharthaut (A ch) wird abgeworfen und die neue Chitinhaut (Fig. B und C) mit den Ab- und Eindrücken der gewissen Zapfen kommt zum Vorschein. Letztere hebt sich aber, wenn wir Dewitz recht verstehen, schon sehr zeitlich, bevor die Einstülpungen der Weichhaut sich weiter vertiefen, von derselben ab.

Die Folge davon ist, daß diese neue oder zweite Larven-Chitinhaut nur sehr schwache Spuren der gewissen Epidermis-Falten zeigt. Außerdem glätten sich auch bei der Lockerung der Harthaut die betreffenden Unebenheiten z. Th. aus, und so hat man, zumal an fast ausgewachsenen Larven, Mühe, dieselben (B, C b*, f*) überhaupt wahrzunehmen.

Als eine allerdings nebensächliche Eigenthümlichkeit in der Weiterentwicklung der Ameisenbeine heben wir noch hervor, daß vor dem Beginne ihrer Ausstülpung die Mittelwand zwischen ihren Taschen (C x) derart einsinkt, daß dann beide Beine in einer gemeinsamen Grube liegen.

Während, wie eben gezeigt, bei den Ameisen die Imaginalisirung im vorletzten Häutungsstadium beginnt, tritt sie bei Insekten mit öfterer Häutung, z. B. bei Schmetterlingen, bisweilen schon in der zweit- oder drittvorletzten Periode, d. i. also um eine gewisse Phasenzahl früher auf.

Bei den letztgenannten Kerfen verdient übrigens auch die Form der Extremitätenanlagen Erwähnung. Jede ist bekanntlich (Fig. 175 B f) eine Art Doppelfalte, d. h. sie besteht aus einer Ausstülpung, der eigentlichen Gliedmaßen-Anlage, und aus einer Einstülpung, welche eine wahre „Scheide" ist.

Nun kann man wohl schon von vorneherein erwarten, daß die relative Entwicklung der bezeichneten zwei Bestandtheile bei verschiedenen Thieren eine ungleiche sein werde.

Dies zeigt sich nun auch in der That bei den Schmetterlingen und manchen andern Gruppen, und zwar darin, daß hier, anfangs wenigstens, die Flügeltasche oder -Scheide relativ größer als die Flügelanlage selbst ist.

Stellen wir uns nun, mit Hilfe der Fig. 175 E, weiter vor, daß sich der Sack, in dem die tief in den Weichkörper eingesenkte Flügelanlage gleichsam aufgehängt ist, über der letzteren vorhautartig zusammenzieht, so kann es geschehen, daß wir von der ganzen Bildung äußerlich entweder gar nichts oder nur eine feine Oeffnung bemerken, und daß wir in Folge dessen auch die versenkten Imaginalanlagen selbst gar nicht für wahre Hauttheile, sondern für selbständige rein innerliche Bildungen halten.

b. Umformungen (Metamorphose i. e. S.).

Es versteht sich eigentlich von selbst, daß alle Gestaltveränderungen, die irgend ein thierisches Geschöpf während seines Lebens durchzumachen hat, im Allgemeinen nur ganz allmälig vor sich gehen. Dies ist denn auch wirklich z. Th. bei den Insekten der Fall, indem ja z. B. die Flügel, welche den Schmetterling so auffallend von der Raupe unterscheiden, nicht so plötzlich und unvermittelt entstehen, da man die ersten Anlagen derselben schon bei den jungen Raupen

antrifft, und man also faktisch sagen kann, daß die Raupe hinsichtlich der Flügel nur ganz allmälig zum Schmetterlinge wird.

Eine solche Allmäligkeit der Verwandlung ist aber, ohne Beeinträchtigung des Lebens des Thieres, nur bei gewissen Organen ausführbar. Wenn z. B. die Flügel des Schmetterlings schon an der Raupe vorgebildet werden, so hindert dies die letztere gar nicht, ihrem bekannten Berufe nachzugehen; denn die Flügel sind der Raupe weder von Vortheil noch von Nachtheil; es sind für sie völlig gleichgiltige, physiologisch indifferente Bildungen.

Genau dasselbe würde der Fall sein, wenn der Saugrüssel des Falters, womit er bekanntlich seine Nahrung schöpft, schon in der Raupe angelegt würde, vorausgesetzt natürlich, daß dessen frühe Entwicklung nicht andere für das Leben der Raupe nothwendige Werkzeuge beeinträchtigte. Letzteres läßt sich aber hier einfach aus dem Grunde nicht vermeiden, weil die Rüssselladen nicht wie die Flügel ganz neu aus der Haut entstehen, sondern aus bereits an der Raupe vorhandenen und für deren Nahrungsaufnahme unentbehrlichen Gliedern, nämlich aus den Unterkieferladen.

Nun, wird man sagen, wenn der Falterrüssel auch nicht als selbständige Neubildung neben den Mundtheilen der Raupe entsteht, sondern aus den Maxillen derselben, so wäre es doch wohl möglich, daß die betreffende Umgestaltung nur ganz allmälig vor sich ginge.

Nun möglich wäre dies immerhin, und wahrscheinlich ist der Faltermund wohl ungefähr auf diese Art entstanden. Es fragt sich aber, was eine solche allmälige Mundmetamorphose für eine Folge haben würde.

Offenbar keine andere als die, daß sich die Raupe nach jeder Häutung um eine andere den geänderten Eßwerkzeugen

entsprechende Nahrung umsehen müßte, und man wird zugeben, daß ein solcher beständiger Wechsel unter Umständen für das betreffende Geschöpf sehr verhängnißvoll werden könnte und daß jedenfalls, im Allgemeinen wenigstens, jene Insekten besser daran sind, bei welchen diese Umänderung auf das Ende der Wachsthumsperiode verschoben ist.

Was aber vom augenscheinlichen Vortheil einer plötzlichen Umwandlung von den Mundtheilen gesagt wurde, das gilt auch von vielen andern correlativen und zusammengehörigen Lebenswerkzeugen, z. B. von den Bewegungs- und Sinnesorganen, und so ist es auch zu erklären, daß die Metamorphose mit Bezug auf die Zahl der von ihr betroffenen Körpertheile meist keine vereinzelte, sondern eine zusammengesetzte oder cumulative ist.

Im Folgenden wird zunächst die Umwandlung der verschiedenen Anhänge und dann jene des Stammes vorgeführt.

Brustanhänge.

Beine.

Hier gibt es, nächst den Kiefern, wohl die meisten Umwandlungsstufen. Stellen wir z. B. das Bein gewisser Lauf- und Raubkäfer dem entsprechenden Organ ihrer Larven gegenüber, so finden wir dieselben Hauptabschnitte: Hüfte, Schenkel, Schiene und Fuß, und der Unterschied liegt einzig darin, daß bei der Larve die Form und gegenseitige Stellung der Einzelstücke etwas anders und daß speciell der Endabschnitt weniger entwickelt, weniger differencirt ist.

Die Umformung geschieht dann einfach so, daß die Weichhaut des Larvenbeines sich vom Harthautfutteral losmacht und daß an diesem Schlauche dann die nöthigen Abänderungen vor sich gehen.

Ein entgegengesetztes Beispiel bieten die Raupenbeine. Besieht sich der Leser diese Gliedmaßen auf Fig. 178 B, B_3

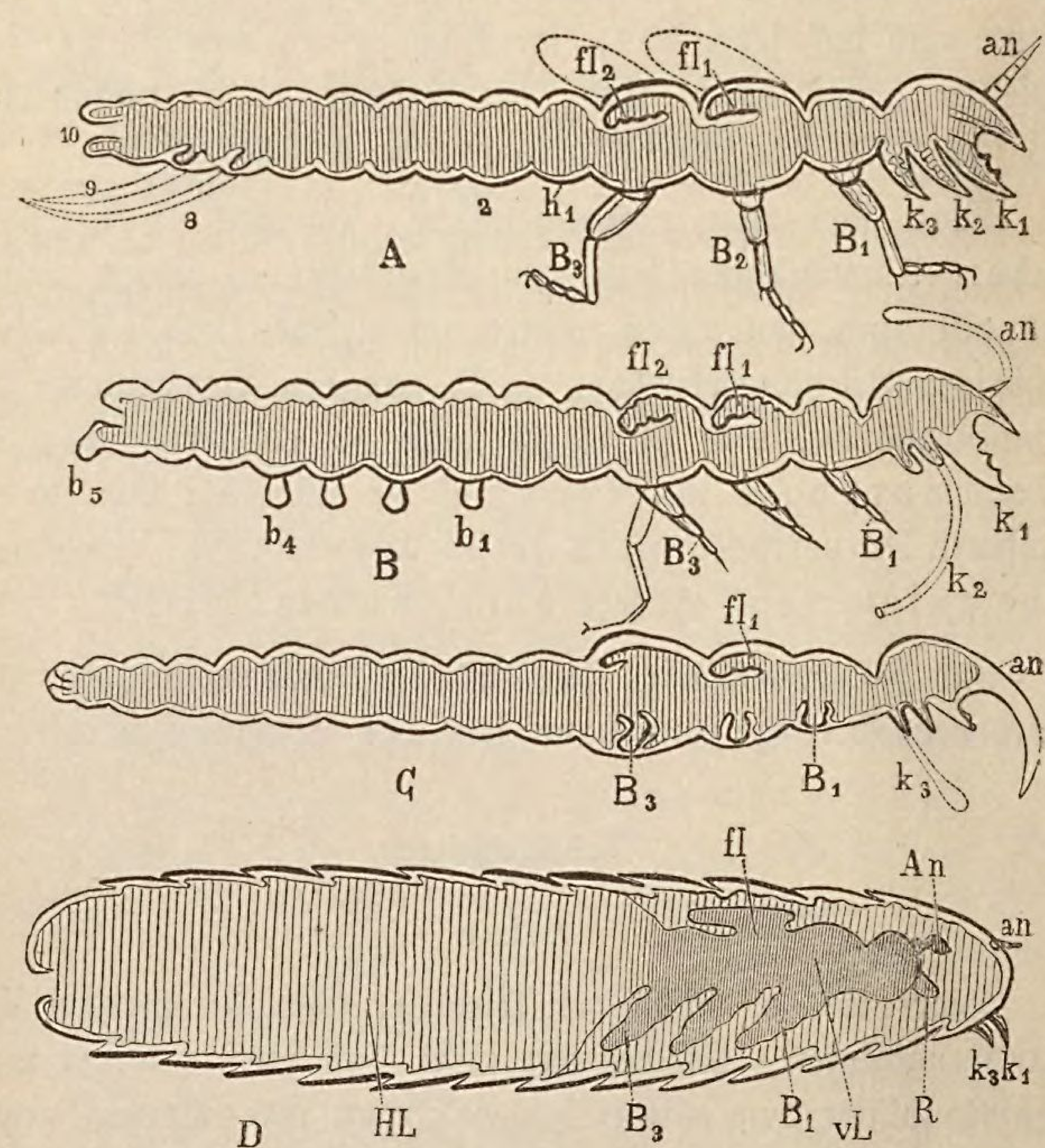


Fig. 178.

Schema zur Vergleichung der wichtigsten Verwandlungstypen der Insekten an Längsschnitten.

Ueberall bedeutet die äußere Contur die Chitinhaut der Larve, die innere (gefältelte) die Zellhaut der Larve resp. auch des (schraffirten) Imago.

an Fühler, k_1—k_3 Kiefer, B_1, B_3 Beine, fl_1, fl_2 Mittel- und Hinterflügel, h_1—h_{10} Hinterleibsringe.

A Typus Heuschrecke.
B „ Schmetterling.
C „ Mücke.
D „ Musca. (Hier entsteht der Vorderleib vL des Imago nicht direkt aus dem Vorderleib der Larve, wie bei den übrigen Typen, sondern als innere Neubildung.) (Original.)

und zwar vergleichend mit den ihm wohlbekannten Stelzbeinen eines Falters, so wird ihm gleich klar, daß sie in jeder Hinsicht, nach Form, Gliederung u. s. w., einer gänzlichen Umarbeitung bedürfen. Das Wie derselben aber ist ungefähr aus Fig. 188 (B_2) zu errathen. Zunächst sieht man die abgelöste Weichhaut (innere einfach schwarze Contur) in zahlreiche Falten gelegt, eine Erscheinung, die offenbar auf die Verlängerung der Beine hindeutet. Die neue Abtheilung und Modellirung desselben kann man aber, eben wegen dieser vielen Runzeln, nicht deutlich unterscheiden, sie zeigt sich erst, wenn der neue Fuß aus dem Futteral herauskommt und sich strecken kann.

Kopfanhänge.

a. Fühler.

Auch an diesen Gliedmaßen ist die Umwandlung meist eine sehr beträchtliche. Man findet zwar Larven mit ziemlich imaginalen d. i. mit sehr langen und vielgliedrigen Antennen — wie gerade bei den Laufkäfern —, meist aber sind die Larvenfühler ganz unansehnliche 2—3gliedrige Stummel mit etlichen Endborsten.

Nun, wird der Leser fragen, wie soll sich z. B. der Riesenfühler eines Bockkäfers im winzigen Antennenstummel der Larve entwickeln können? Zunächst liegt auf der Hand, daß es hier mit einer bloßen Faltung der Larvenfühlerweichhaut noch nicht gethan ist; denn es fehlt im Chitinfutteral absolut der physische Raum zur Bildung eines so großen Organs. Also was nun? Aufrichtig gestanden, sind diese Verhältnisse sowie die Metamorphose der Anhänge überhaupt noch so viel wie gar nicht studirt; trotzdem wollen wir's versuchen, dem Leser nach eigener Anschauung die Sache begreiflicher zu machen.

Die in einen spitzen Kolben endigenden langen Fühler eines Tagfalters (Fig. 179*) kennt der Leser ohne Zweifel, und erinnert sich wohl auch, daß diese Anhänge hier weit hinten am Kopf entspringen; das Einschlägige der Raupe aber ist ihm in Fig. 179 nahe gelegt. Er bemerkt an der stacheligen Chitinkruste des Kopfes und zwar ganz vorne neben den Mundtheilen (bei an) einen kurzen zweigliedrigen Zapfen. Das ist der Raupenfühler. Bricht man nun, um das Künftige zu

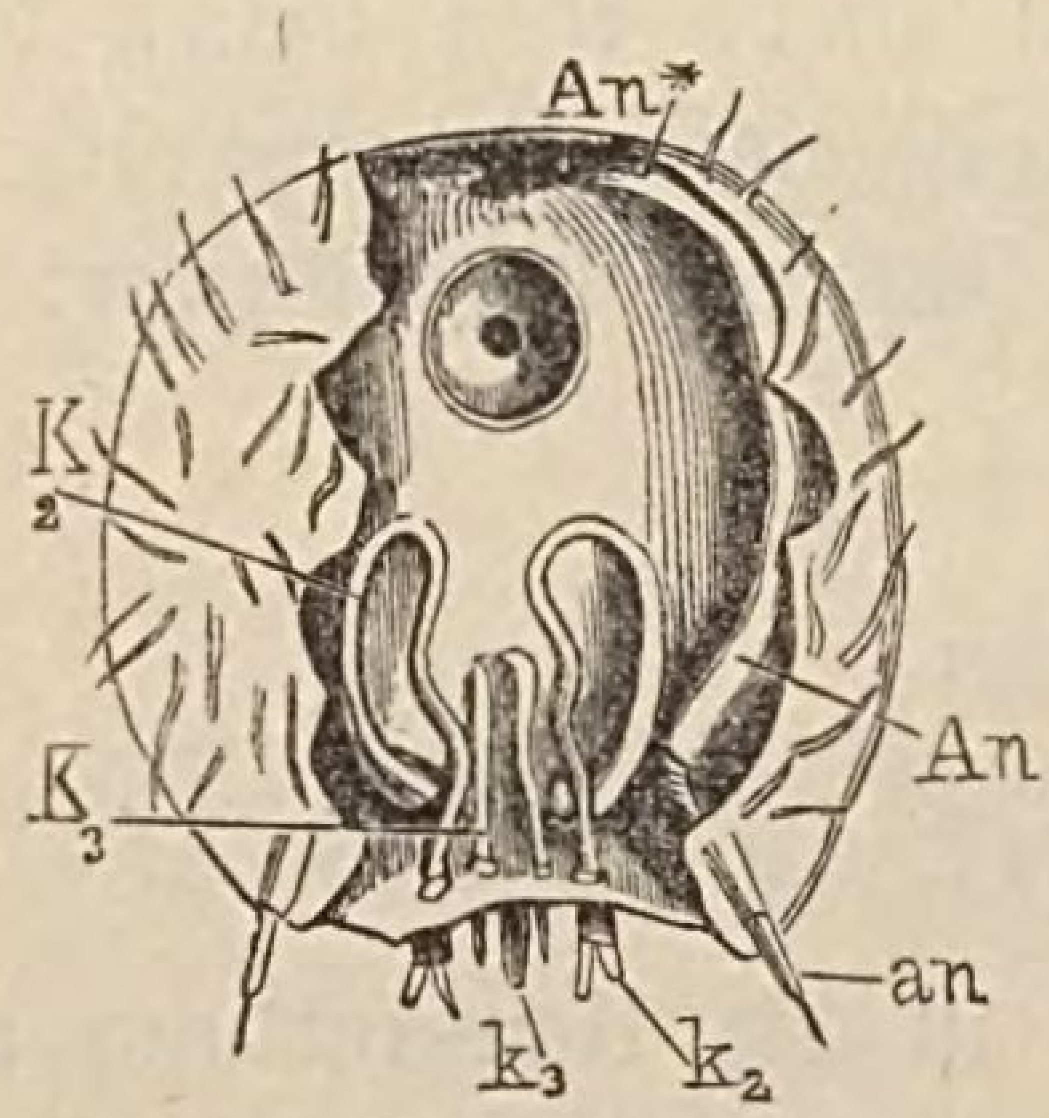


Fig. 179.
Kopf einer Raupe (Baumweißling) kurz vor der „Verpuppung", von unten gesehen. Die Chitinhaut ist z. Th. aufgebrochen und sieht man den Puppenkopf.
an Fühler, k_1—k_3 Kiefer der Raupe. An Fühler, K_2—K_3 Kiefer der Puppe (resp. Labialpalpen und Zunge in natürl. Lage). (Original.)

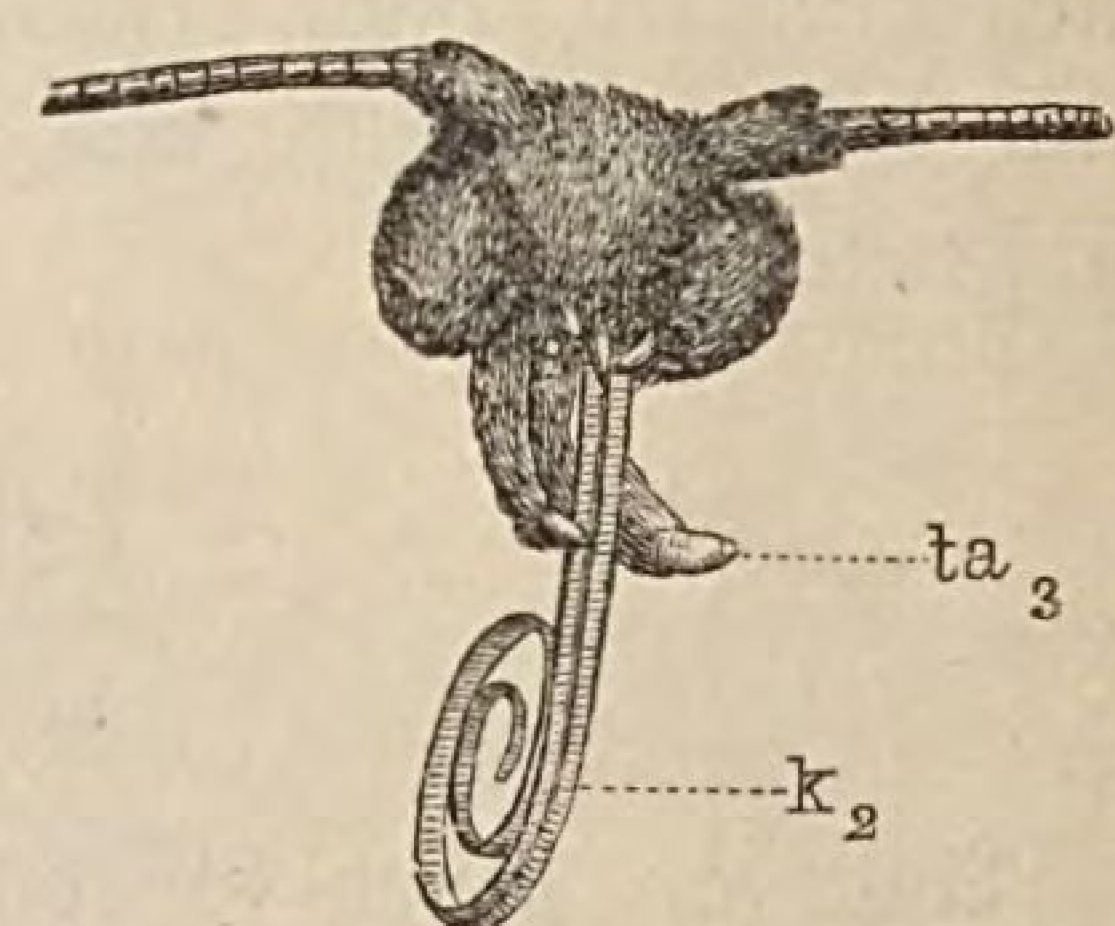


Fig. 179*.
Kopf sammt Rüssel (k_2) eines Falters. ta_3 Unterlippentaster.

sehen, an einer Raupe, kurz bevor sie sich „verpuppt", diese Kruste auf, so hat man den noch ganz blassen und weichen Puppenkopf vor sich. Betreffs der neuen Fühler ist nun dies zu entdecken. Die Spitze derselben (An) liegt in der That im Chitinfutteral des Raupenfühlers, es sind somit beides faktisch homologe Theile. Aber nur die Spitze; denn die gewisse kolbenartige Anschwellung des Puppenfühlers liegt schon außerhalb der Raupenantenne, aber hart an der Basis derselben.

Nun, und wo befindet sich der ganze übrige lange Abschnitt und die Ansatzstelle? Das läßt sich mit Lupe und

Nadel, wenn man einmal der Sache auf der Spur ist, leicht entziffern. Der gesuchte Fühlerabschnitt liegt, allerdings ganz in eine Rinne eingesenkt, an den Seiten des Kopfes, während die Insertionsstelle ganz hinten (bei An*) zu suchen ist.

Die Umwandlung des Larvenfühlers in die Imagoantenne läuft also nach diesem Befund im Wesentlichen auf eine durch Verschiebung der Ursprungsstelle ermöglichte Verlängerung hinaus. Indem nämlich, wie nicht anders möglich und denkbar, die Basis des Raupenfühlers (selbstverständlich des weichhäutigen) von der Vorderseite des Kopfes gegen die Hinterseite sich verschob oder zurückzog, wurde die entsprechende Länge gewonnen. Dem ersten Ursprung nach ist somit der Falterfühler nichts Anderes als der Weichtheil der Raupenantenne; insofern ersterer aber, später, größtentheils außerhalb des letzteren und z. Th. auf Kosten der übrigen Kopfweichhaut entsteht, kann er als eine besondere Art von Neugebilde gelten.

Die Verlängerung des Fühlers geschieht aber nicht bloß durch Verschiebung, durch Zurückverlegung der Ansatzstelle, sondern insbesondere auch durch starke Fältelung der neu hinzugewachsenen Strecke. Dies zeigt sich am schönsten an einem geeigneten Schnitt, wie Fig. 180 einen solchen darstellt. Er geht quer durch den Hinterkopf einer ausgewachsenen Raupe. Die äußere, höckerige und dicke

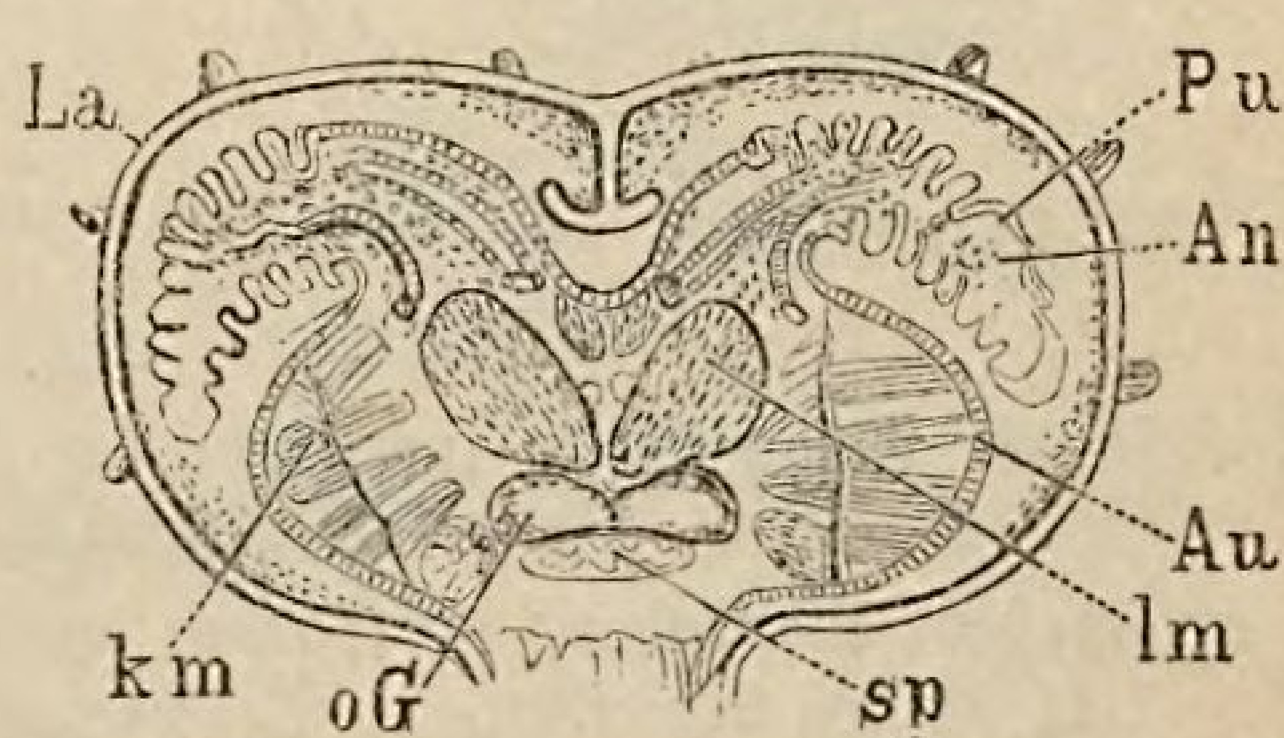


Fig. 180.
Zur Entwicklung des Schmetterlingkopfes (Baumweißling).
Frontalschnitt (hinter der Mitte des Kopfes) einer halb ausgewachsenen Raupe.
La die von der zelligen (Matrix) abgehobene Chitinhaut der Raupe, Pu Zellhaut der Puppe, An Fühler-, Au Augenanlagen, km Kaumuskelreste, lm Längsmuskeln, oG oberes Schlundganglion, sp Speiseröhre. (Original.)

Lage (La) ist die Chitinhaut der Larve, die innere, quergestrichelte (Pu) hingegen ihre Weichhaut resp. die Contur des Puppenkopfes. An letzterer bemerkt man nun und zwar oberhalb der vorgewölbten Augen (Au) ein Paar nahe beisammen entspringender Fortsätze (An), die außen, da sie durch

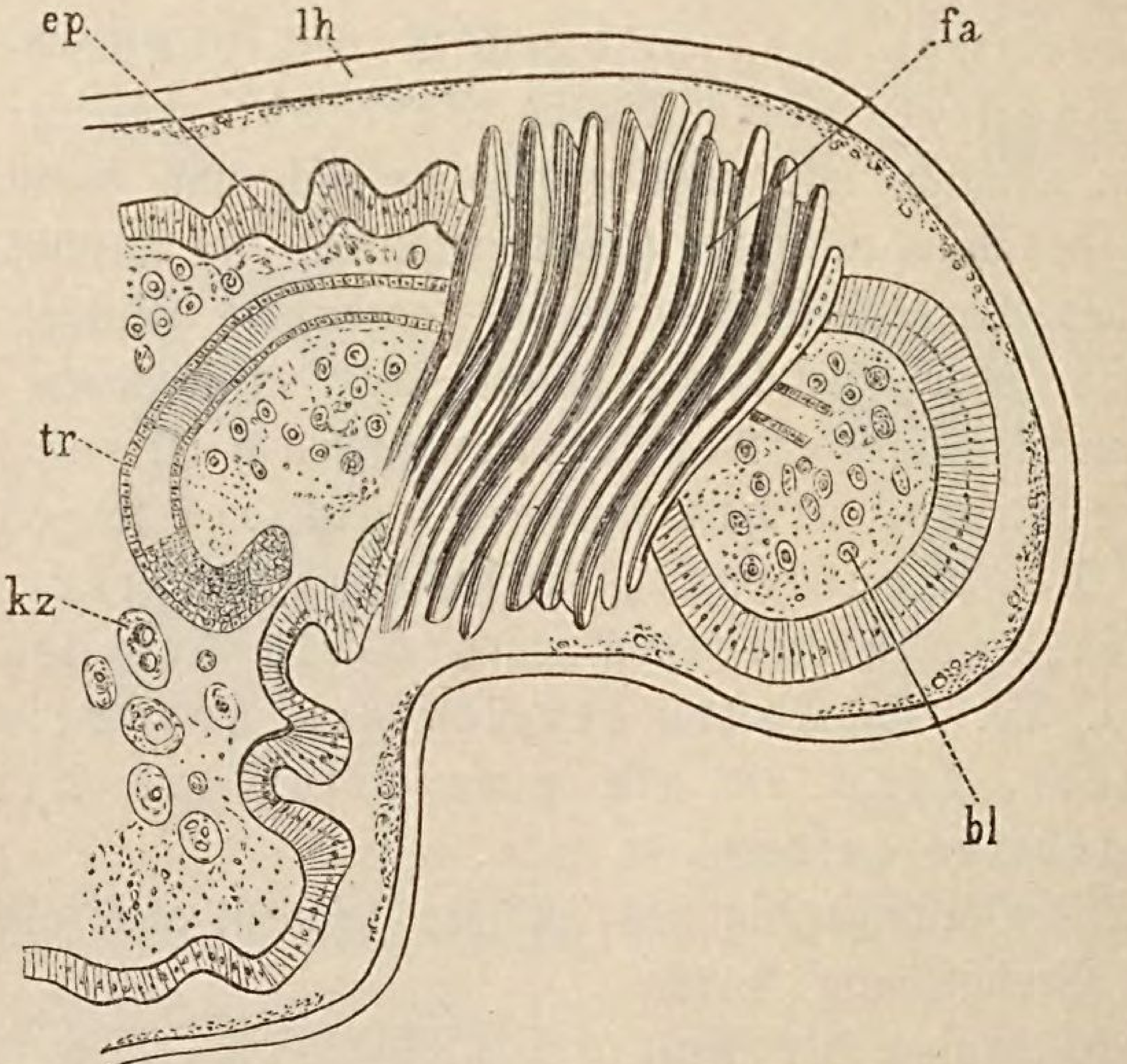


Fig. 181.
Anlage der Imagofühler am Kopf der Raupe des Baumweißlings, an einem Querschnitt.
lh abgestoßene Chitinhaut der Larve, ep (zelliges) Epithel (Weichhaut) der Fühler, fa Falten derselben, tr Tracheenanlage, kz Körner=, bl Blutzellen.
(Original.)

das Messer schief abgeschnitten wurden, scheinbar in eine Spitze enden. Dies sind die Ansätze der Fühler, die, wie man gleich bemerkt, in ganz ähnlicher Weise gefaltet oder mit secundären Auswüchsen versehen sind, wie wir dies oben bei den Beinen und Flügeln fanden. Fig. 181 zeigt dann noch, zu größerer Deutlichkeit, eine Seite

der frühern Abbildung vergrößert. Die Harthaut (Ch) erscheint als dicker homogener Saum, die zellige Weichhaut (ep) aber ist wellig gebogen und der daraus entsprungene Fühler selbst gleicht hinsichtlich seiner zahlreichen Ringfalten (Fa) einem gegen die Achsel hinaufgeschobenen Rockärmel.

b. Mundtheile.

Trotz der großen Mannigfaltigkeit der Nahrungsmittel, deren sich die Larven der verschiedenen Insekten bedienen, ist doch ihr Mundapparat meist ein ziemlich einfacher und einförmiger. Als allgemeinster Typus kann das „Gebiß“ der Raupe (Fig. 181*) gelten. Da finden wir: 1) ein Paar kräftiger Beißzangen (k_1); 2) ein Paar, aber ganz schwacher, Mittel- oder Unterkiefer (k_2) mit kurzen „Freßspitzen“ (al, d) und 3) endlich die (Hinter-) Kiefer (k_3), welche jedoch zur Spinnspule (Unterlippe) verschmolzen und nur in den Tastern selbständig sind.

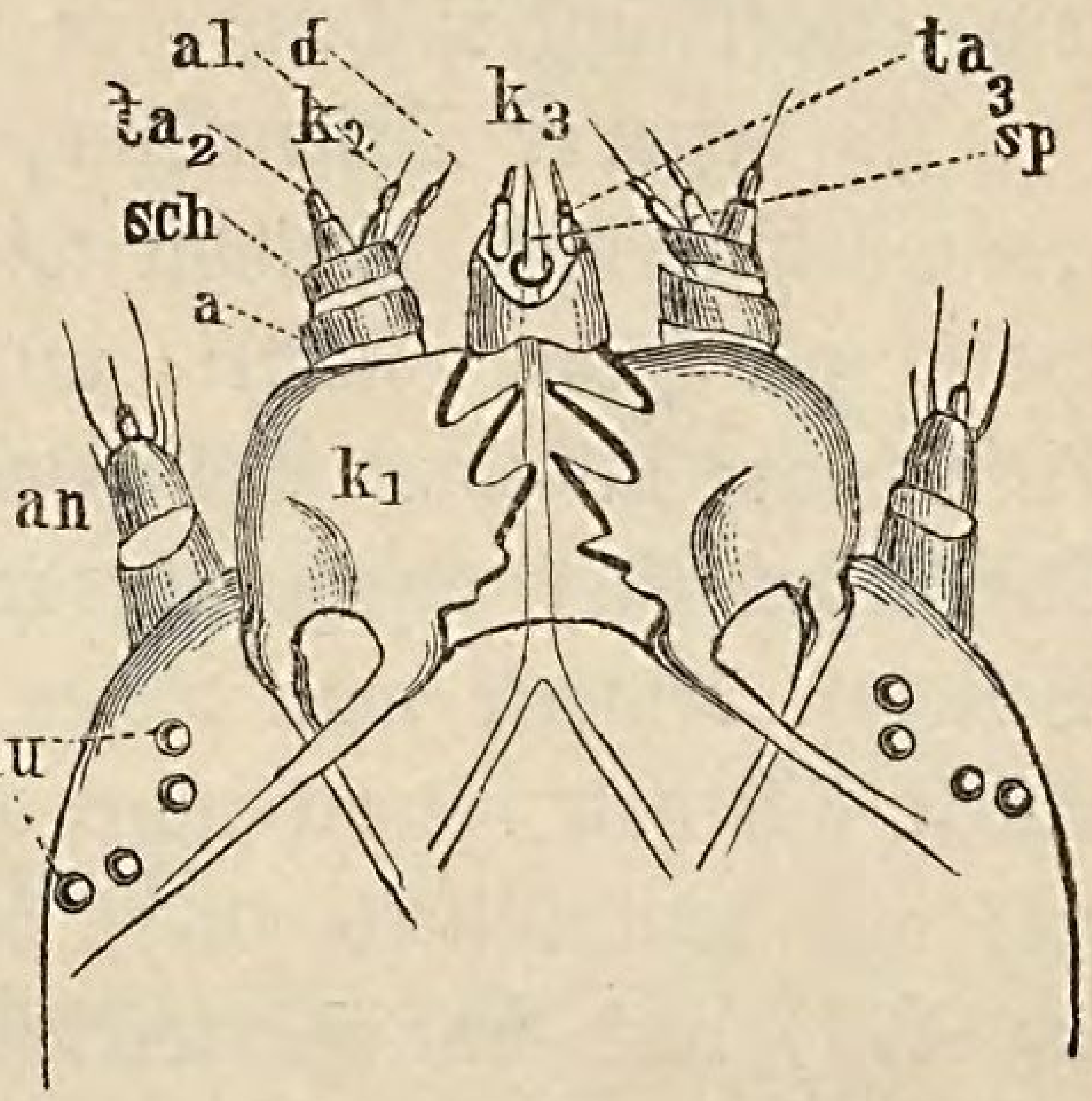


Fig. 181*.
Mundtheile einer jungen Schwammspinnerraupe.

Bedenken wir nun, wie sehr die Ernährungsweise der Imagines von jener der Larve verschieden ist und wie ganz eigenartig die einschlägigen Werkzeuge der ersteren zu sein pflegen, so ist evident, daß es sich gerade hier um die vielseitigsten und intensivsten Veränderungen handelt.

Zu besserer Uebersicht können wir folgende Arten unterscheiden:

1) Geringe, auf höhere Differenzirung gerichtete Aenderungen. Solche beobachten wir z. B. bei den meisten durch beißende Mundtheile charakterisirten Käfern und Netzflüglern, also bei den relativ einfachsten metabolischen Kerfen.

2) Partielle oder auch totale Rückbildungen, insbesondere der Oberkiefer bei Insekten mit saugenden Mundtheilen, z. B. bei den Faltern, Fliegen, aber auch bei Kauinsekten, z. B. den Phryganiden und Ephemeriden.

3) endlich Umformung der Mittel- oder Hinterkiefer resp. (Aderflügler) beider in lange Saugröhren.

Zu besserer Orientirung der letzten zwei Veränderungsarten nehme man zunächst wieder die Schemata in Fig. 178 B und C zur Hand. Falter- und Corethra-Larve zeigen die drei Kieferpaare k_1—k_3. Bei beiden reduciren sich am Imago die Oberkiefer (k_1) durch Zurückziehung der Weichhaut. Im Weiteren bemerke man diesen Unterschied: Beim Falter entwickelt sich das neue Haupt- oder Saugorgan (punktirte Contur) aus den Mittel- (k_2), bei Corethra hingegen (vgl. auch Fig. 177) aus den Hinterkiefern (k_3), während die andern Theile, wenn auch in etwas veränderter Gestalt, als Nebenorgane sich forterhalten.

Was nun das Wichtigste, nämlich die technische Ausführung dieser Veränderungen betrifft, so wollen wir uns, wie bei der Fühlermetamorphose, wieder an die Raupe halten. Wie Fig. 182 deutlich macht, handelt es sich um die Bildung von zwei Paaren längerer Anhänge, nämlich der Unterlippentaster (ta_3) und der das Saugrohr zusammensetzenden Mittelkieferladen (k_2). Wie können diese nun aus den gleichbezeichneten überaus kurzen Raupenorganen (k_2, k_3) in Fig. 183 hervorgehen? Ein Blick auf den entblößten Weichschädel löst das Räthsel. Da sehen wir nämlich von der Wurzel der bezüglichen Raupentheile lange Stränge

(K_2, K_3) sich nach innen erstrecken, die sich aber begreiflicherweise nicht so weit hinten wie die Weichfühler, sondern ganz vorne inseriren und eben aus diesem Grunde auch — um

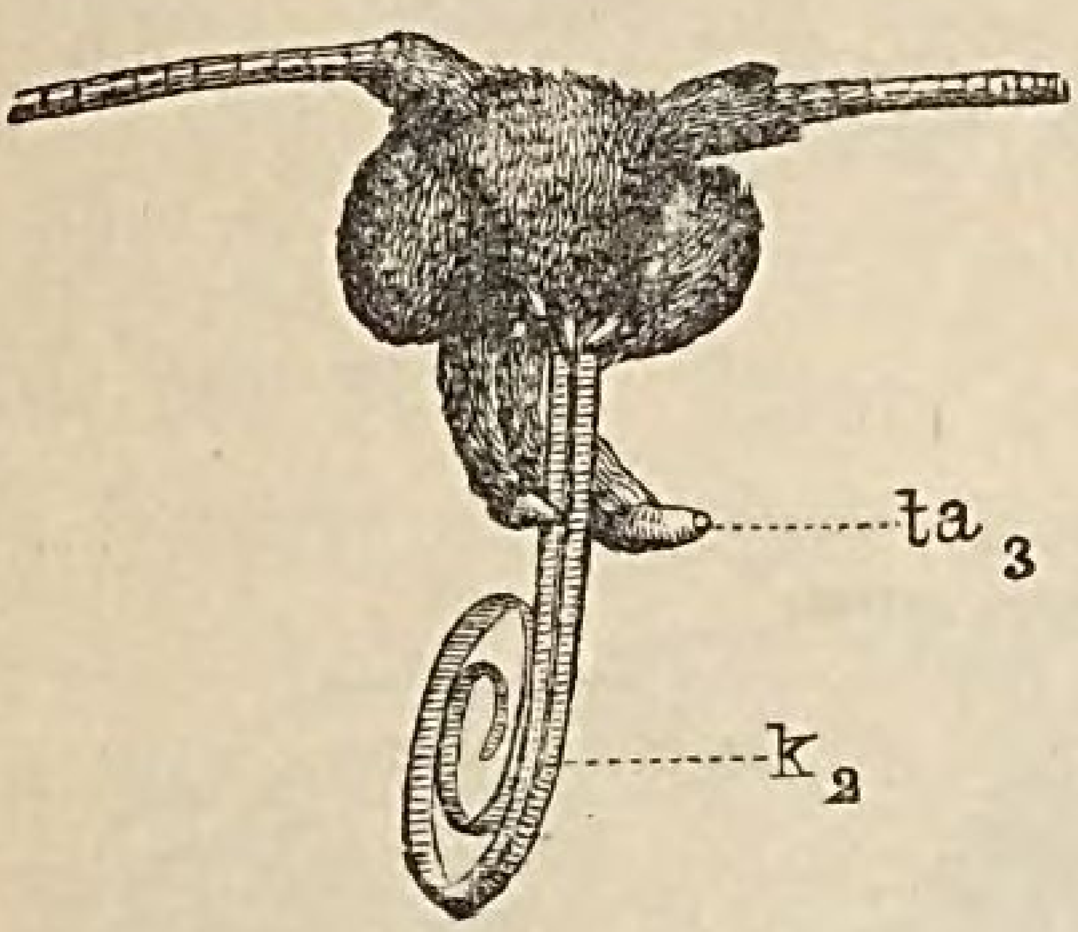


Fig. 182.

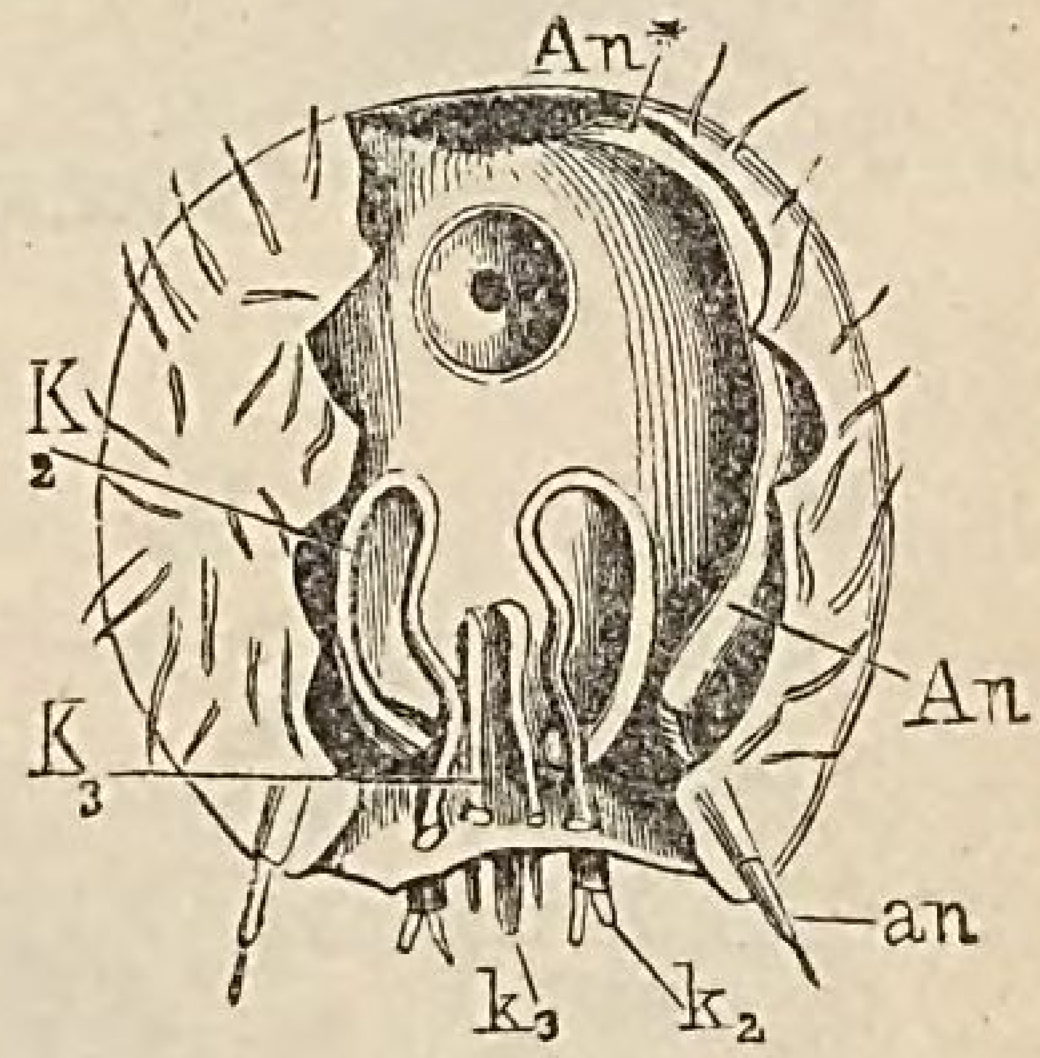


Fig. 183.

dennoch die nöthige Länge zu erhalten — mehrfach gebogen, ja z. Th. wie die Rüsselladen (K_2) oft knäuelartig gewunden sind.

Stamm.

Wenn wir, um die Größe der Stamm-Metamorphose zu bestimmen, eine Raupe (Fig. 184 A) und einen Schmetterling (C) neben einander legen, so scheint der Unterschied ein ganz gewaltiger zu sein.

Für's Erste ist der Schmetterlingstamm beinahe um die Hälfte kürzer als der Raupenstamm, was uns übrigens wegen der vielen Ausleerungen und der Bildung so vieler und z. Th. so großer Anhänge sehr gut einleuchtet. Für's Zweite ist aber die ganze Gliederung eine andere. Bei der Raupe ist nämlich der gesammte Rumpf nichts Anderes als ein einziger durch seichte Ringkerben in dreizehn gleiche Gürtel oder Somiten abgetheilter Schlauch, während der äquivalente Falterstamm in drei größere durch tiefe Einschnitte getrennte und unter einander ganz verschiedene Ab-

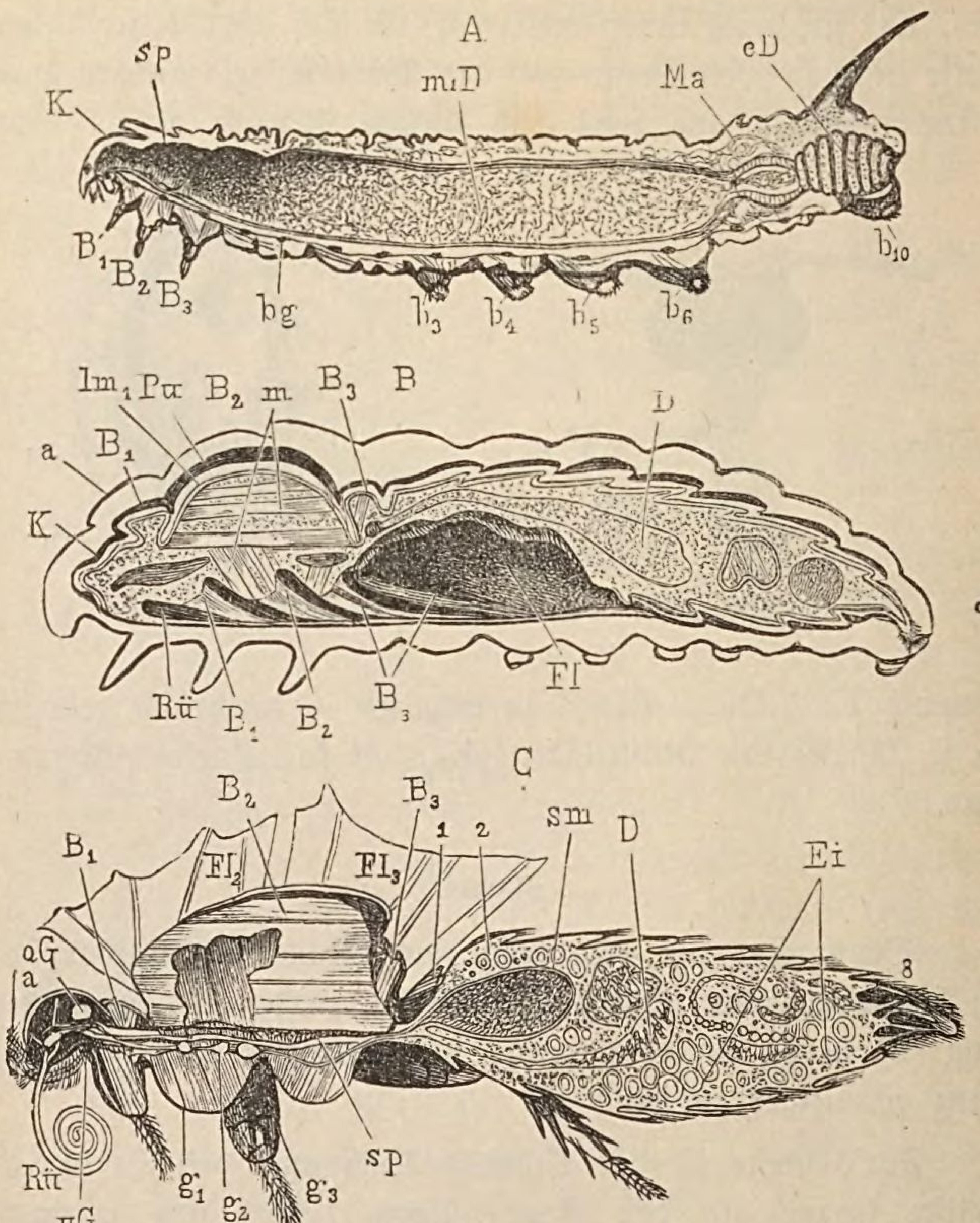


Fig. 184.
Zur Metamorphose der Schmetterlinge.

A Medianer Längsschnitt der Raupe des Wolfsmilchschwärmers, nat. Gr.

K Kopf, B_1, B_2, B_3 Vorder-, Mittel- und Hinterbrust resp. -Bein, b_3—b_{10} Stummelbeine des 3., 4. 2c. Hinterleibsringes, sp Speiseröhre, mD Mitteldarm mit Inhalt, eD Enddarm mit einem Kothballen, Ma Malpighi'sche Gefäße, bg Bauchganglienkette.

B Medianer Längsschnitt durch die Puppe eines Baumweißlings.

La schematisch umschriebene Haut der Raupe, Pu Haut der Puppe, Im darunter liegende Haut des Imago, Rü Rüssel, B_1, B_2, B_3 Vorder-, Mittel-, Hinterbrust resp. -Bein, Fl Flügelscheiden, m Längs- und Quermuskeln der Flügelbrust, D Darm. Vergr. 3/1.

C Medianer Längsschnitt durch ein rothes Ordensband (Catocala).
ta Lippentaster, Rü Saugrüssel, oG oberes, uG unteres Schlundganglion, G_1, G_2, G_3 Vorder=, Mittel=, Hinterbrustganglion, Fl_2, Fl_3 Mittel= und Hinterflügel, 1—8 erstes bis achtes Hinterleibssegment (die übrigen zwei sind eingezogen), sm Saugmagen, D Darm, sp Speiseröhre, Ei Eierstock. Vergr. $^2/_1$.
(Original.)

theilungen, nämlich in den Hals (B_1), in die Flügelbrust (B_2, B_3) und in den Hinterleib zerfällt.

Die Mittelfigur (B), wo wir von außen nach innen die Umrisse von Raupe, Puppe und Falter neben und in einander haben, belehrt uns jedoch, daß diese Verschiedenheit im Wesentlichen nur daher kommt, daß beim Falter mehrere der homonomen Raupenstammglieder in größere Complexe vereinigt sind.

So wird der Leser bald heraus haben, daß das, was man den Hinterleib des Falters nennt, nichts Anderes als eine Vereinigung der zehn hintersten Raupensomiten ist, die aber beim Imago viel stärker in einander geschoben sind.

Die Hauptumformung betrifft aber, wie man sieht, den Vorderleib und beruht darauf, daß sich der zweite (B_2) und damit im Zusammenhang auch der dritte Ring ganz außerordentlich vergrößert, während sich zugleich einerseits zwischen ihm und dem Halsring und anderseits zwischen der ganzen Flügelbrust und dem Hinterleib ein tiefgehender Einschnitt bildet, und außerdem noch die Wurzel des letzteren namentlich von unten her stielartig zusammenschrumpft. Beiderlei Vorgänge aber, die Erweiterungen und die Verengerungen, sind, wie aus der innersten (Imago) Contur zu ersehen, auf bloße Faltungen der Weichhaut zurückzuführen.

Die Puppe.

Das Ergebniß aller jetzt beschriebenen Veränderungen an der Larve ist bekanntlich die Puppe, die nun ihrerseits aber nicht durch Metamorphose, sondern, der Hauptsache nach wenigstens, durch einfache Weiterentwicklung zum Imago wird.

Obwohl nun die Puppe mit gewisser Beschränkung so zu sagen schon das Imago selbst ist, so bestehen doch zwischen beiden mancherlei, im Folgenden kurz anzudeutende Unterschiede.

Was zunächst den Stamm angeht, so sieht der Leser an einer Falterpuppe (Fig. 184 B), daß hier der imaginale Charakter wohl angedeutet, aber noch bei weitem nicht vollständig ausgeprägt ist. So ist z. B. der Kopf (k) noch ganz unförmlich und im Gegensatz zum spätern tiefen Halseinschnitt nur durch eine seichte Einkerbung vom Rumpf

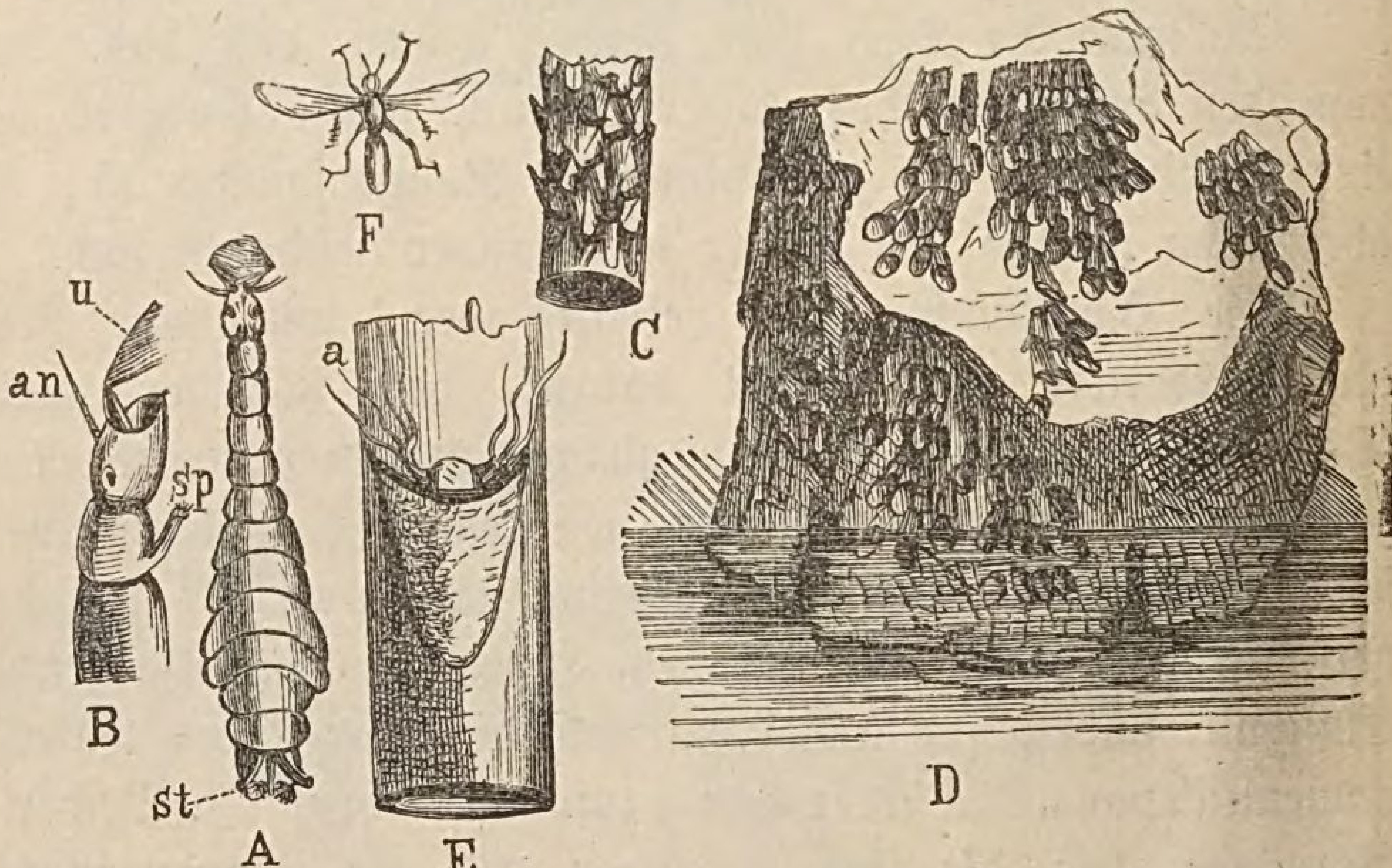


Fig. 185.
Zur Entwicklungsgeschichte der Kolumbatzer Fliege (Simulia col.), theils nach Präparaten des zool. Hofkabinets in Wien, theils nach Originalzeichnungen von Jos. Mann.

A Larve mit beweglichen Afterstigmenröhren st.
B Deren Vorderleib von der Seite. m Mund, u wedelförmige Kiefer (ganz analog aber nicht homolog den Corethra-Fühlern), an Fühler.
C Stück eines in Wasser untergetauchten Baumzweiges mit den pergamentartigen Köchern der Larve.
D Ein Stein mit solchen bedeckt. Nat. Größe.
E Eine solche Zelle mit der Puppe.
F Fliege.

getrennt. Desgleichen hat auch die Flügelbrust (B_2) noch lange nicht die spätere Größe ($C B_2$) und Selbständigkeit, und dasselbe kann man an der Corethra-Puppe (Fig. 174 B) sehen, wo der Brusttheil zwar stark aufgetrieben, aber vom Hinterleib noch nicht abgeschnürt ist. Letzterer Stammkörper zeigt bei näherer Vergleichung auch manche Differenzen, wobei wir von unwesentlicheren auch die hervorheben, daß die Chitinhaut bisweilen noch gewisse den Larven so eigenthümliche Haare und Rauhigkeiten besitzt.

Weit vielseitiger sind noch die Unterschiede bei den Gliedmaßen.

Sie beziehen sich erstens auf die Größe. Die meisten Anhänge und besonders die Flügel (Fig. 174 vF) müssen, um die definitive Ausdehnung zu erhalten, noch bedeutend wachsen.

Am wichtigsten, wenigstens für den ganzen Habitus der Puppe, sind aber die Lagedifferenzen. — Wenn die Puppe aus der Larvenhaut herauskommt, so erscheint sie oftmals — sogar bei Schmetterlingen — als ein sehr lebendiges, regsames Wesen, und da nun alle früher ganz dem Körper angedrückten Anhänge, wie Beine, Flügel, Palpen, Fühler u. s. w., durch den Druck des eingepumpten Blutes ausgestreckt werden, so glaubt man schon beinahe das Imago selbst vor sich zu haben.

Dieser pseudimaginale Zustand geht aber rasch vorüber, indem alle die genannten Glieder, in Folge der innern Unfertigkeit und Muskellosigkeit, wieder erschlaffen und am Körper herabhängen. Am größten ist aber bekanntlich dieser Contrast zwischen der frisch ausgeschlüpften und der späteren Puppe u. A. bei den Schmetterlingen, insofern hier die gewissen Anhänge, z. Th. unter gegenseitiger Verlöthung und starker Verharschung der Chitinfutterale, sich so enge an den Leib anschmiegen, daß sie gar nicht mehr als selbständige Theile, sondern nur als Erhabenheiten, als Relief des Stammes erscheinen.

Zur richtigen Beurtheilung dieser sog. „*gemeiselten*“ Puppen ist ein Querschnitt (Fig. 188 B), am besten gleich hinter der Brust, zur Hand zu nehmen. Man sieht hier an der Bauchseite, zwischen den lappenartigen Flügelscheiden (Fl), nicht weniger als acht in eine obere und untere Reihe geordnete Durchschnitte von röhrenartigen Chitinfutteralen, im Innern mit den entsprechenden (imaginalen) Weichgebilden. Die obere, eng geschlossene Reihe enthält die drei Beinpaare und zwar so,

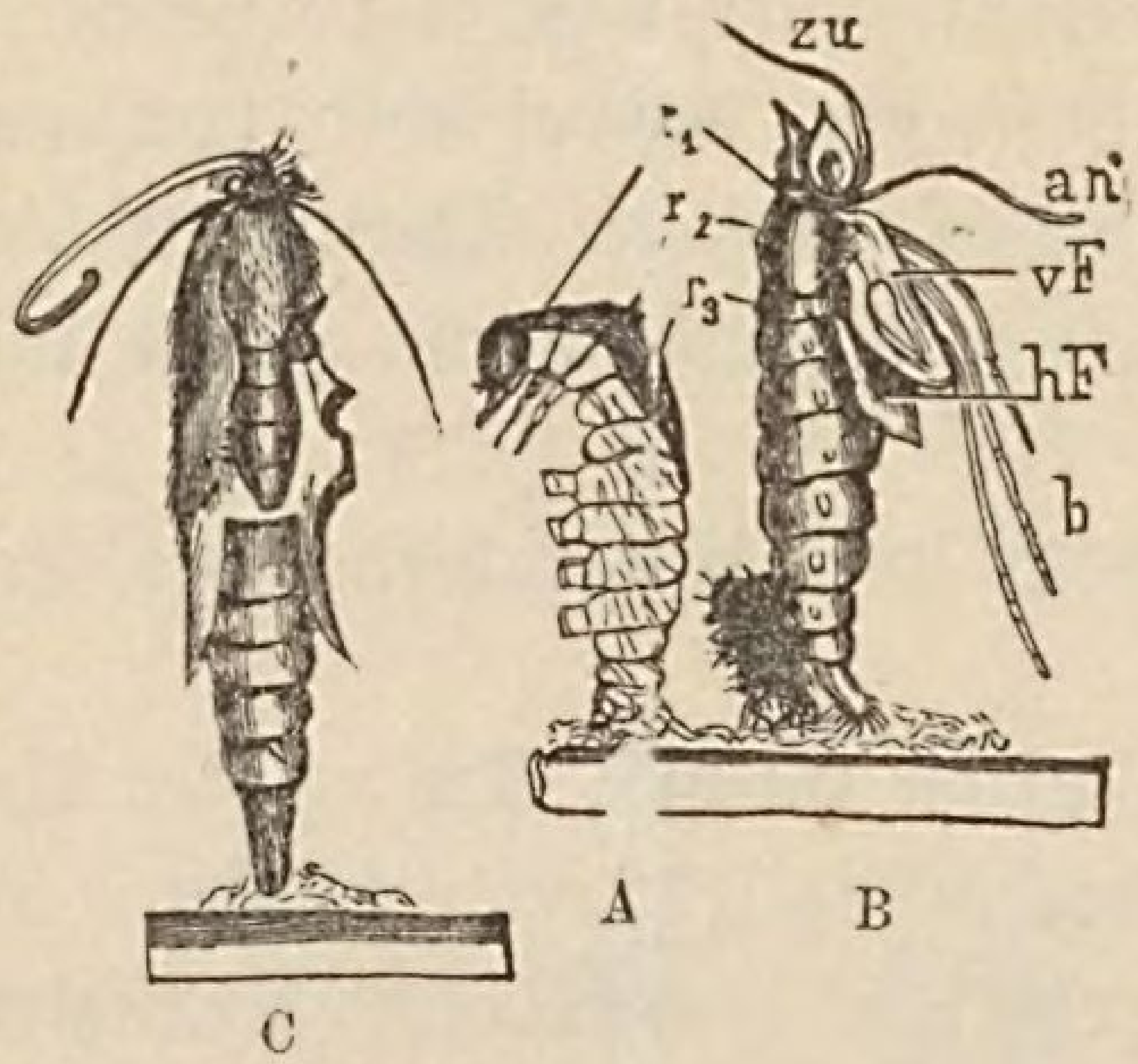


Fig. 186.

daß die Hinterfüße (B3) zu innerst liegen. Die untere Reihe hingegen umfaßt, ganz seitwärts, die Fühler (an) und näher der Mitte, unterhalb der Hinter- und Mittelbeine, die Rüssel (rü) und Lippentasterscheiden.

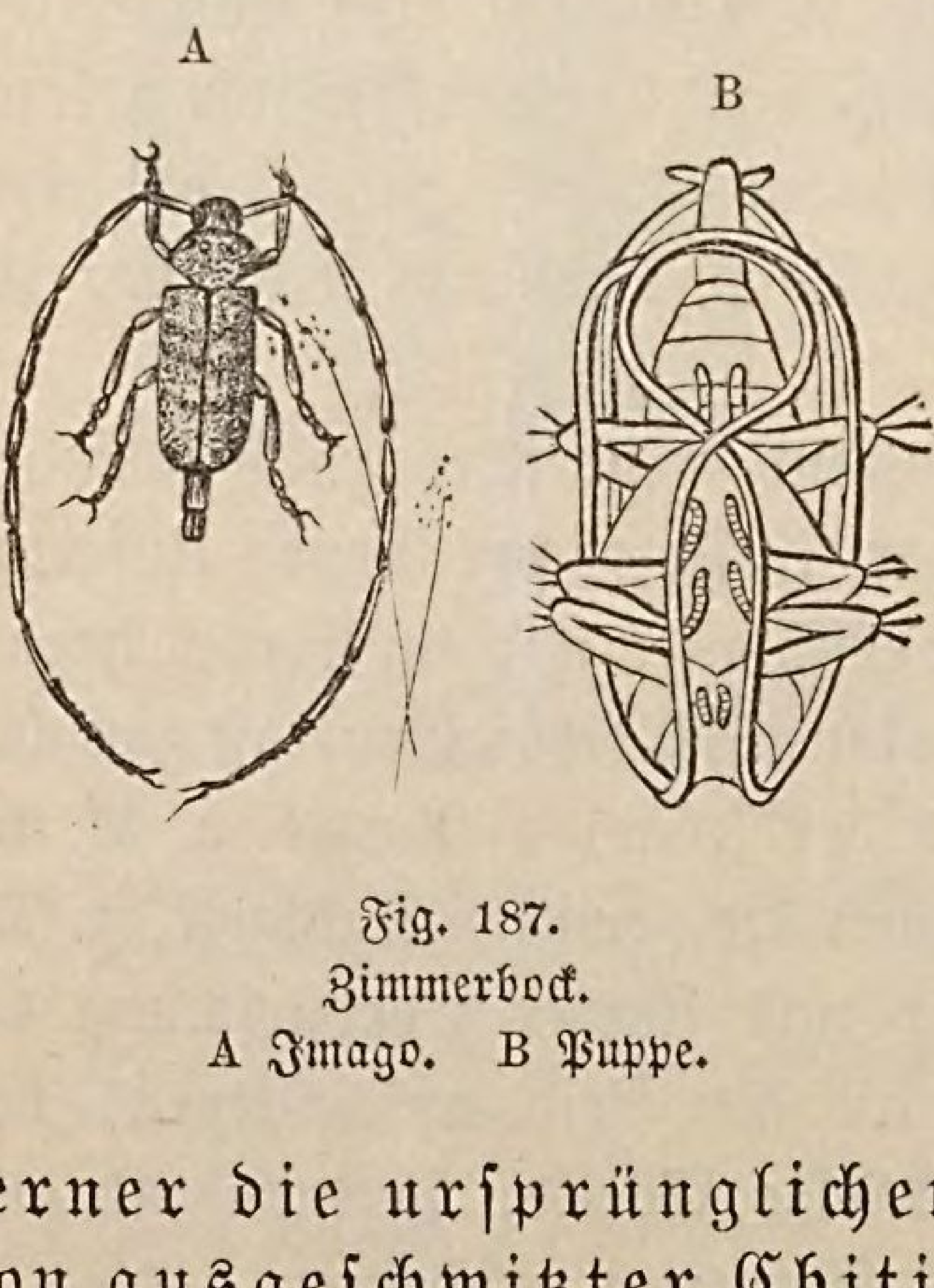


Fig. 187.
Zimmerbock.
A Imago. B Puppe.

Alle diese Anhänge bilden nun scheinbar mit dem Rumpf ein Ganzes, weil die Außenwand der äußern Gliedmaßenreihe, wie in der Zeichnung durch Verdickung der Contur angedeutet wurde, eine derbe Kruste bildet und *weil ferner die ursprünglichen Lücken zwischen ihnen von ausgeschwitzter Chitinmaterie erfüllt sind.*

Uebrigens gibt es auch hier vielfache Abweichungen sowie Uebergänge vom „bedeckten“ in den gewöhnlichen halbfreien Puppenzustand, indem unter Anderm bei gewissen exotischen „Spinnern“ sämmtliche Gliedmaßen vom Körper abstehen.

Die auffallendste und sonderbarste Lage unter allen Puppengliedmaßen haben aber unstreitig die langen Fühler gewisser Böcke, die, wie Fig. 187 veranschaulicht, mehrmals und kreuzweise den gesammten Körper umschlingen.

Innerliche Veränderungen.

(Endo-Metamorphose.)

Obwohl nur wenige unserer Leser jemals eine Raupe, eine Puppe und einen Schmetterling behufs Kenntnißnahme und Vergleichung ihrer Einrichtung aufgeschnitten und zergliedert haben dürften, so wird doch sicherlich keiner daran zweifeln, daß die Metamorphose des Aeußeren faktisch auch von gewissen Umwandlungen im Innern begleitet ist.

Wenn der Leser z. B. sieht, daß ein ursprünglich kriechendes und wurmartiges Geschöpf, wie die Raupe, lange Beine und Flügel bekommt, so muß er ja einsehen, daß dasselbe nun auch eine andere Construction der Brust, zumal hinsichtlich der Muskulatur, der Nerven u. s. w. verlangt, und ebenso wird er ohne Zweifel beim Schmetterling, der sich von Honig nährt, einen ganz andern Verdauungsapparat voraussetzen als bei der Raupe, die sich mit grob zerschrotenen Pflanzenstücken vollstopft, obgleich hier die Veränderung nicht so unbedingt nothwendig erscheint wie bei jenen Weichtheilen, die mit den veränderten Hautwerkzeugen direkt verbunden sind.

Uebergehend auf die nähere Darstellung dieser äußerst complicirten Verhältnisse, so machen wir den Leser schon im

Vorhinein darauf aufmerksam, daß hier neben der einfachen Entwicklung und Umformung auch vielfach noch tiefer eingreifende Veränderungen vorkommen, welche letztere denn auch einer separaten Besprechung bedürfen.

I. Innere Veränderung bei den metabolischen Insekten im Allgemeinen.

Indem wir den eigentlichen Proceß der einschlägigen Umwandlungen im Zusammenhang mit gewissen andern Vorgängen später erörtern wollen, ist es uns hier zunächst darum zu thun, den Leser an einigen Beispielen über den Umfang derselben zu orientiren, und in dem Sinne nehme man gleich die Längsschnitte auf Fig. 184 zur Hand.

An der obersten Abbildung, der Raupe, fällt uns vor Allem eine weite mit grobzerkauten Pflanzenstücken erfüllte Höhle, d. i. der Schlund- und Magendarm, auf. Wie man sieht, reicht derselbe fast bis ans Hinterende; nur schaltet sich vor dem After ein kurzer mit Längs- und Ringwülsten versehener Mastdarm (eD) ein, der den Kothballen die allen Raupenmästern wohlbekannte zierlich abgedrechselte Form gibt. — Im schmalen Zwischenraum zwischen der Magen- und der Leibeswand wird der Leser dann, zumal am gehärteten Thier, nicht viel Anderes bemerken, als eine krümelige weiße oder gelbliche Masse. Dies ist der sog. Fettkörper, in dem das nach Abzug der Selbsterhaltungskosten übrig bleibende Nährmaterial zum künftigen Gebrauche bei den vielfachen Neubildungen aufgespeichert wird. Ein sorgsamer Zergliederer entdeckt dann, wenn wir von dem ziemlich unverändert bleibenden Rückengefäß sowie von den schon im ersten Band erwähnten Genitalanlagen absehen, in dieser Fettmasse, und zwar unterhalb des Darmes die aus 12 Paaren ziemlich gleicher Knoten zusammengesetzte und ziemlich gerade Bauchganglienkette (bg). Die im Ober- und Unterkopf gelegenen

Nervenanschwellungen sind, dem Stumpfsinn des Thieres entsprechend, nur wenig größer als die früher genannten, und hinsichtlich der mit dem obern Schlundganglion verbundenen Sinnesorgane wollen wir nur die ganz winzigen aber in größerer Zahl, bis zu sechs, beiderseits des Kopfes befindlichen Aeuglein mit ihrer Linse und dem „retinula"-artigen Perceptionsapparat hervorheben.

Von ganz specifischen Raupenorganen sind dann noch die Spinndrüsen zu bemerken: zwei lange an den Seiten des Darmes sich hinschlängelnde Röhren, die, zumal gegen das Ende der Larvenperiode, mächtig anschwellen.

Dies wären die eigentlichen Eingeweide. Dazu kommen dann noch die bekanntlich von der Haut entspringenden Luftröhren und, von echten Weichtheilen, die Muskeln des Hautschlauches. Letztere, in unübertrefflicher Weise zuerst von Lyonet analysirt und geschildert, bilden ein von Ring zu Ring sich wiederholendes complicirtes Geflechte mehrerer Lagen von quer-, längs- und schieflaufenden Fasern und Bündeln, die am völlig ausgeweideten Balg einen prächtigen Anblick geben.

Die nun kurz skizzirte Einrichtung erhält sich im Wesentlichen bis ans Ende der Larvenzeit, ja strenge genommen sogar länger als der äußere Raupenhabitus.

Am anschaulichsten zeigt sich dies an einem Brustdurchschnitt kurz vor der Verpuppung (Fig. 188 A). Nimmt man hier die dornige Larvenhaut (la) ab, so hat man im Wesentlichen schon die (in der Zeichnung stark gefaltete) Contur der Puppe vor sich. Das Puppenhafte liegt besonders in den Flügeln (fl), welche als große, oben epoulettartig vorstehende Taschen am Rumpfe hängen.

Während also die Raupe äußerlich schon in den neuen Zustand übergetreten, finden wir sie innerlich noch ziemlich unverändert. — In der Mitte zunächst liegt ein weiter

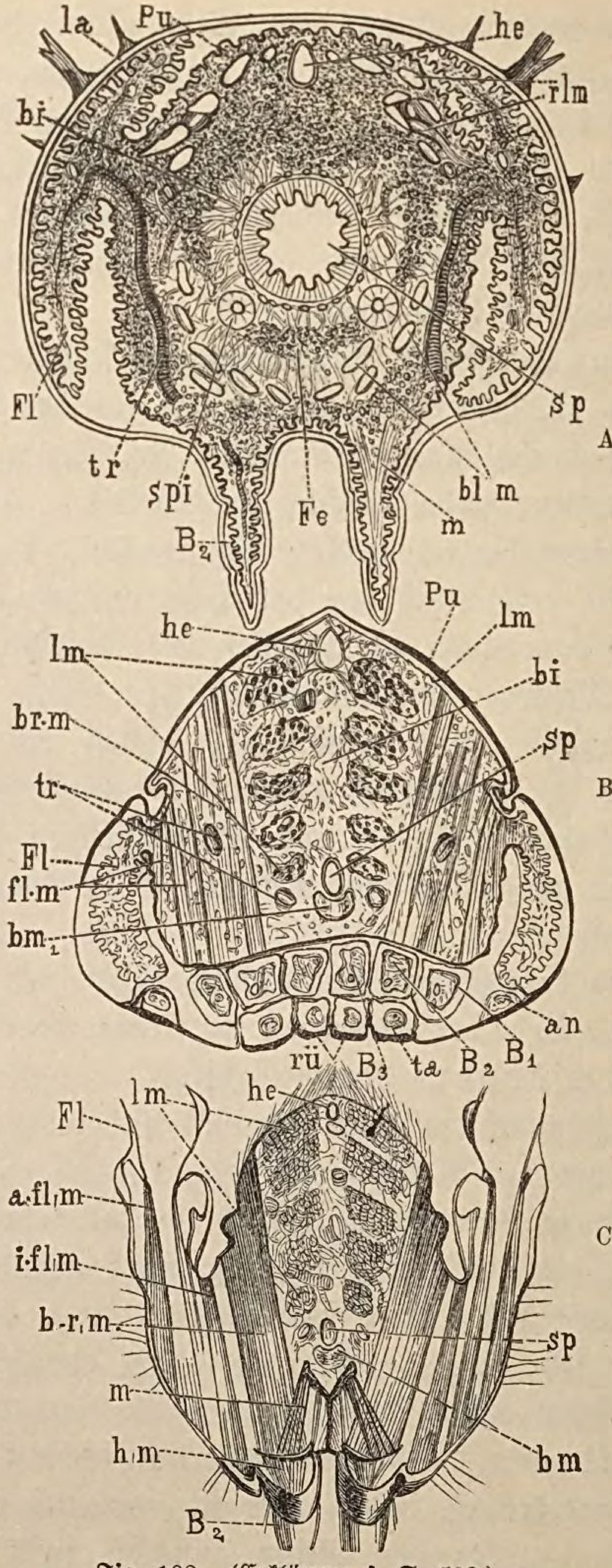


Fig. 188. (Erklärung s. S. 523.)

Schlauch (sp), der Magen, dessen hohe wellig gefaltete Drüsenlage sammt dem aus Längs- und Ringfasern geflochtenen Muskelmantel am Schnitte mit allen Einzelheiten deutlich zu unterscheiden ist. Zwischen diesem Kanal und der Haut bemerken wir ferner die schon oben erwähnte, von zahlreichen Tracheen durchsetzte Ausfüllungsmasse, den Fettkörper, der aus Fasernetzen mit eingestreuten z. Th. öltropfenartigen Zellen besteht. Doch ist dies Gewebe nicht mehr so compakt und zusammenhängend, sondern deutet durch seine mehr flüssige Beschaffenheit schon den Beginn der Auflösung und überhaupt der künftigen Veränderungen an.

Weiters zeigen sich an den Seiten des Darmes die zwei Spinnröhren (spi) und rings an der Peripherie mehrere Gruppen von z. Th. im Fettkörper eingebetteten Hautmuskeln (rlm, blm). Zumal in der Vertheilung der letzteren spricht sich noch ganz der anfängliche Wurm-Typus aus.

Erklärung zu Fig. 188.

Zur Entwicklung der Flügelbrust der Schmetterlinge (Baumweißling).

A Querschnitt durch die Mittelbrust einer Raupe kurz vor der Verpuppung.
la dornige Larven(chitin)haut, Pu faltige Zellhaut der Puppe, Fl Vorderflügelanlagen, B_2 Raupenbeine, innerhalb welcher die Falterbeine sammt ihren Muskeln (m) sich bilden, he Herz, sp Speiserohr mit Ring- und Längsmuscularis, rlm Rückenlängsmuskeln, blm Bauchlängsmuskeln der Raupe, spi Spinndrüsen, bi netzartiges Bindegewebe mit dem (dunkelkörnigen) massigen Fettkörper (Fe), tr Tracheen.

B Querschnitt durch die Hinterbrust einer 5tägigen (Hochsommer-) Puppe.
Pu Puppen-Chitinhaut, Im Imago-Zellhaut, Fl Flügel, B_1—B_3 Imagobeine, an Fühler, ta Lippentaster, rü Rüssel, alle diese Anhänge in einer besonderen (Chitin-) Scheide, he Herz, sp Speiserohr, bm Bauchmark, lm 5 Paare von Längsmuskeln des Imagothorax (die einzelnen Muskelbündel noch durch reichliches Bindegewebe (bi) von einander getrennt), brm pfeilerförmige Bauchrücken(Sagittal-)muskeln des Imagothorax, flm äußere und innere eigentliche Flügelmuskeln.

C Querschnitt durch die Mittelbrust eines ausgebildeten Falters.
Fl Flügelwurzel, aflm äußere, iflm innere Flügelmuskeln, lm 5 Paare Längsmuskeln (ganz compakt), brm äußere und innere Bauchrückenmuskeln, he Herz, sp Speiserohr (sehr eng), bm Bauchmark, m Muskeln der Brustplatte (an der chitinösen Brustgabel entspringend), hm Hüftmuskeln. (Original.)

Es gibt indessen schon jetzt auch einige ganz neue Erscheinungen.

Wenn sich am Larvenkörper gewisse Ausstülpungen, wie die Flügel, bilden oder wenn die schon vorhandenen larvalen Anhänge, wie die Beine, Fühler rc., vergrößert werden, so versteht sich's von selbst, daß diese neuen Zubauten nicht leer bleiben, sondern eine der jeweiligen Bestimmung entsprechende innere Einrichtung erhalten, und daß ferner das Material hiezu dem bereits vorhandenen Binnenweichkörper entnommen wird. In letzterer Hinsicht, also betreffs der Entstehung der inneren Neugebilde, hat man aber streng zu unterscheiden zwischen den hiezu dienenden Bildungsstoffen im Allgemeinen und zwischen den eigentlichen grundlegenden Bau- oder Bildungselementen.

Das Bildungsmaterial im Allgemeinen stammt vorwiegend aus dem Blut, dann aus dem Fettkörper, sowie von gewissen andern Organen und Geweben her. Dagegen ist der Ursprung der Bildungselemente, wie noch ausführlicher im nächsten Kapitel zu erörtern, aus naheliegenden Ursachen oft außerordentlich schwierig aufzudecken. Da alle organischen Bildungen aus Zellen hervorgehen, so wissen wir nur, daß auch die Anlagen dieser Theile aus solchen bestehen, und mit Bezug auf analoge Verhältnisse bei andern Thieren ist es das Wahrscheinlichste, daß dieselben von bereits vorhandenen Geweben abstammen.

Zur näheren Erläuterung dieser Gewebsbildung oder Histogenese in den imaginalen Hautaussackungen mögen vorläufig ein paar Abbildungen dienen.

In Fig. 188* sieht man wieder die erste Anlage eines Falterfühlers. Während die fertige Antenne mit allerlei compakteren Geweben, zumal mit zahlreichen Muskeln, Tracheen,

Nerven u. s. w. ausgerüstet ist, findet man hier im Lumen derselben außer einem im Bau begriffenen Luftrohre (tr) nichts als eine trübe körnchenreiche Flüssigkeit mit aufgeschwemmten Blutkörperchen (bl) und einigen verschiedenartigen größeren Zellgebilden (kz). Ob nun unter den letzteren auch schon die Elemente sind, welche die Grundlage der genannten Gewebe

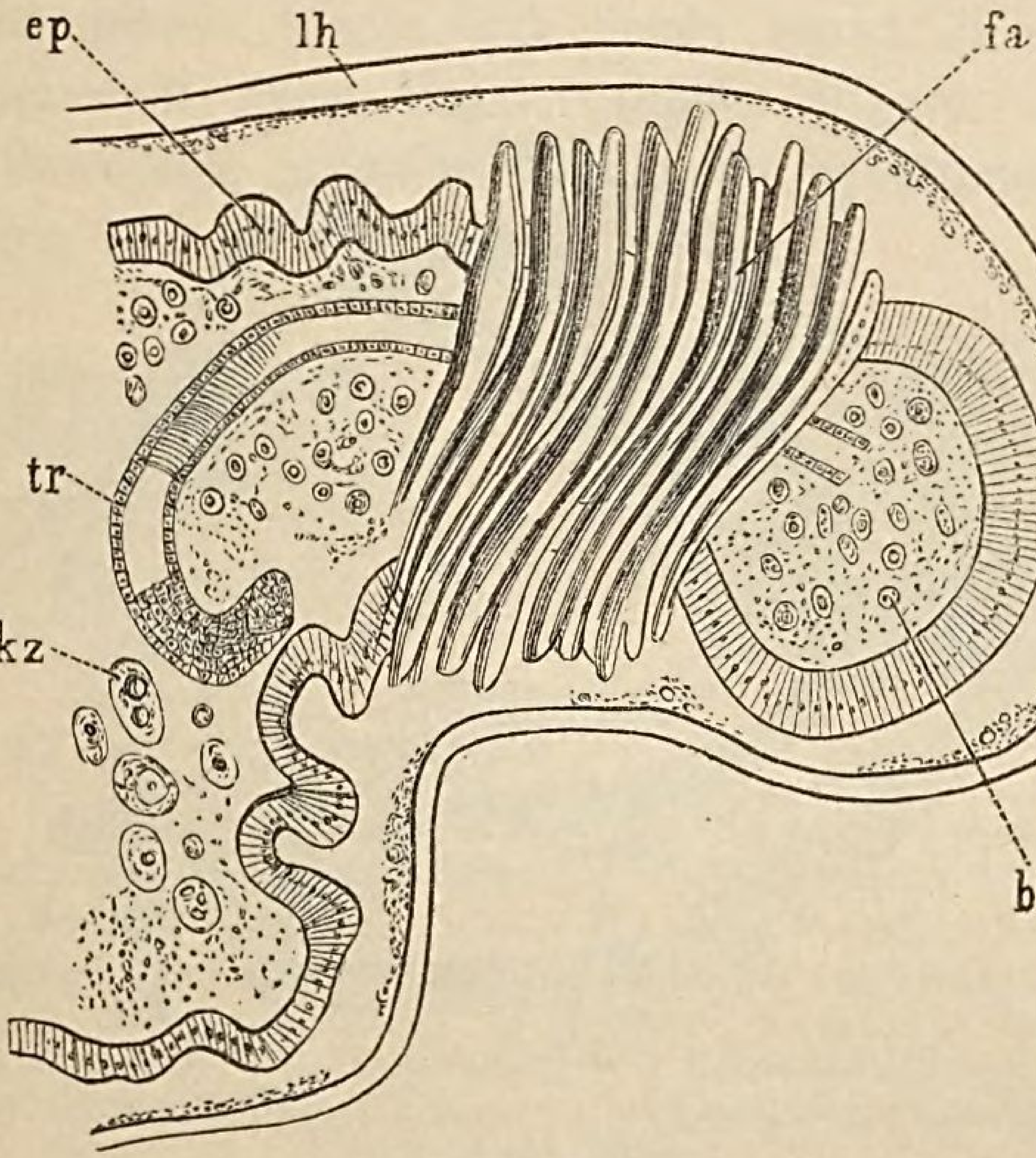


Fig. 188*.

formiren werden, oder ob diese erst später von anderswoher kommen, wer möchte dies entscheiden? Es ist ja Beides möglich.

Deutlicher scheint die Sache, wenigstens nach Weismann, an den Imaginalbeinen der oben geschilderten Corethra-Larve.

In Fig. 177 (S. 499) bemerkt man, daß zu jedem der Borstenbündel (b_1—b_3), die genau an der Stelle sitzen, wo

später durch die bekannte Hauteinstülpung die Beine entstehen, ein (Sinnes-) Nerv hintritt, der direkt aus dem zugehörigen Brustganglion (g_1—g_3) entspringt. — Nachstehende Fig. 189 zeigt nun ein solches halbreifes Corethra-Bein vergrößert. Man sieht die zellige Wand und mitten durch den anfangs nur mit Blut erfüllten Hohlraum den vorerwähnten (dunklen) Nerv (n)

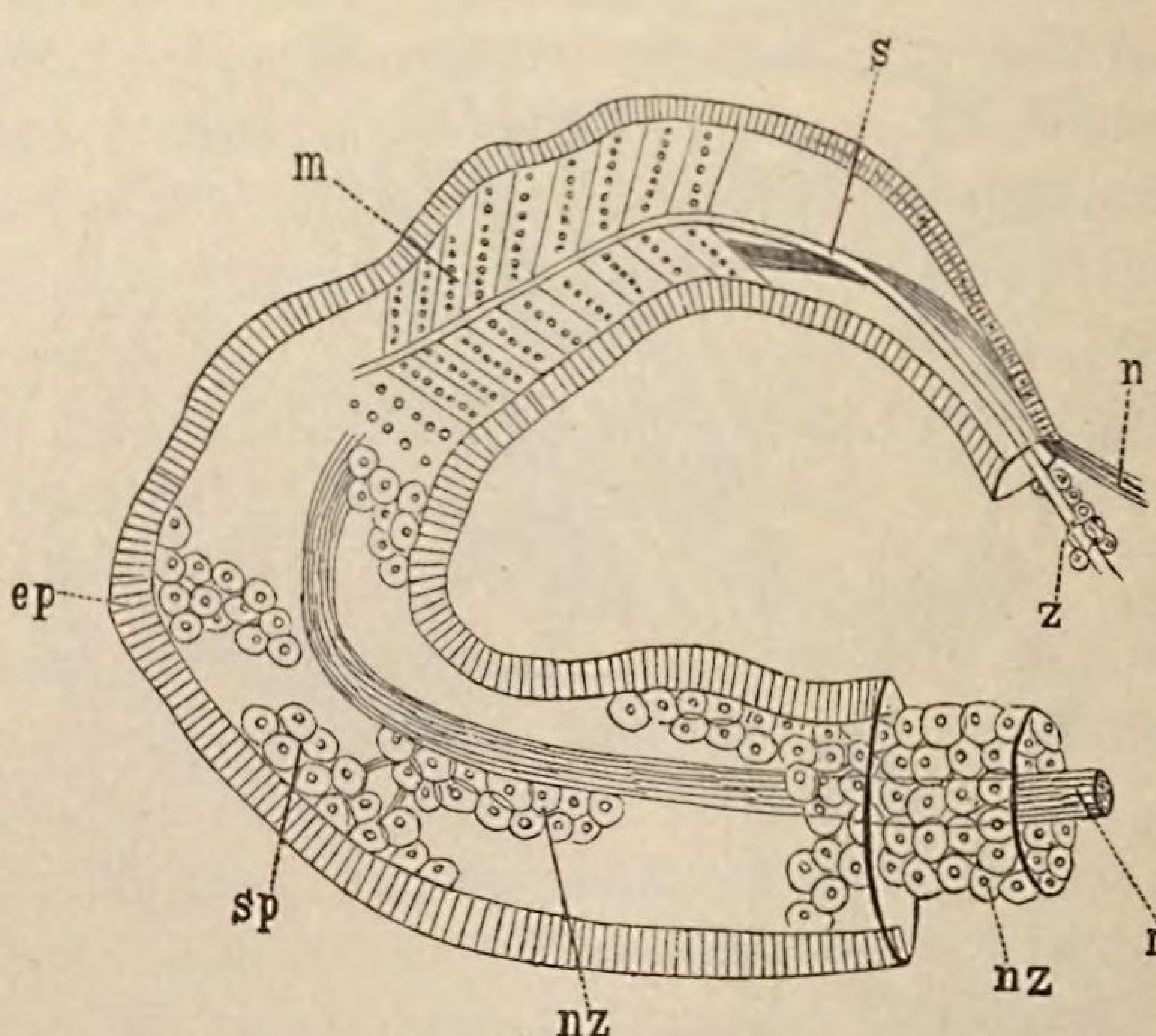


Fig. 189.
Anlage der Imagobeine in der Corethra-Larve, schematisch nach Weismann.
ep Epithel des Beines, n dasselbe durchziehender Nerv, nz zellige (äußere?) Scheide desselben, sp Zellen vom Epithel, nz vom Neurilemm abgelöst, m aus letzteren Zellen hervorgehende Muskeln, s Sehne, z zelliges Futteral derselben.

sich erstrecken. Wie die meisten Nerven ist auch dieser von einer besonderen Hülle, dem Neurilemma, umgeben. Zu einer gewissen Zeit tritt nun an den Zellen dieser Nervenscheide (nz) eine so lebhafte auf Theilung beruhende Vermehrung auf, daß sie schließlich fast das ganze Beinlumen occupiren. Durch räumliche Sonderung und andere Differenzirungen dieser Zellen

entstehen dann die verschiedenen Binnengewebe, zumal die Muskeln und nach Weismann auch die zugehörigen Sehnen (s), welche sonst direkt vom Hautblatt ausgehen.

Kehren wir nun nach dieser histogenetischen Orientirung zu unserm Thema zurück. Wir wollten, speciell bei den Schmetterlingen, das Maß und die Natur der innern Umbildungen kennen lernen und haben zuletzt die Einrichtung der Raupe an einem Brustquerschnitt skizzirt. Zu einiger Vervollständigung möge man noch ein Diagramm durch den Kopf (Fig. 190) in Augenschein nehmen.

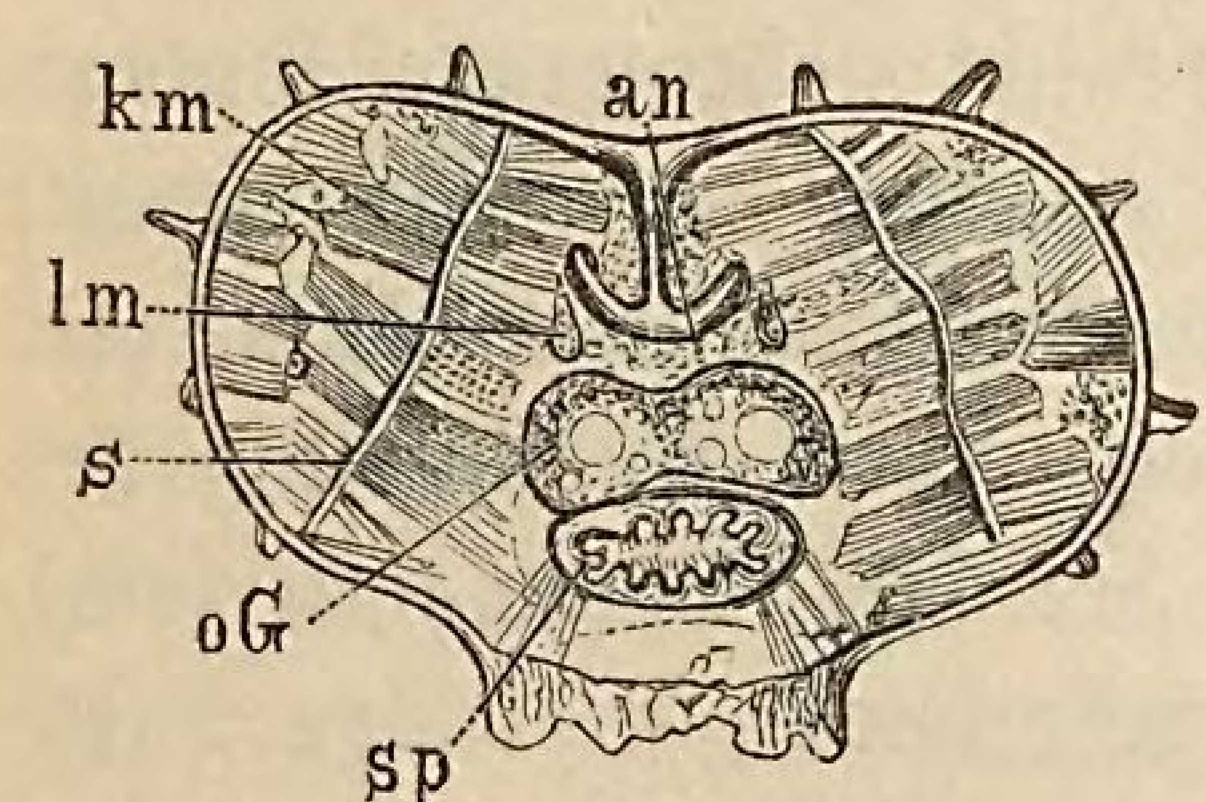


Fig. 190.
Frontalschnitt eines Raupenkopfes (nahe dem Hinterende).
an ankerförmige Chitinplatte, km große Kaumuskeln, s Sehne derselben, lm mediane Längsmuskel, sp Speiserohr, oG Gehirn (oberes Schlundganglion). (Original.)

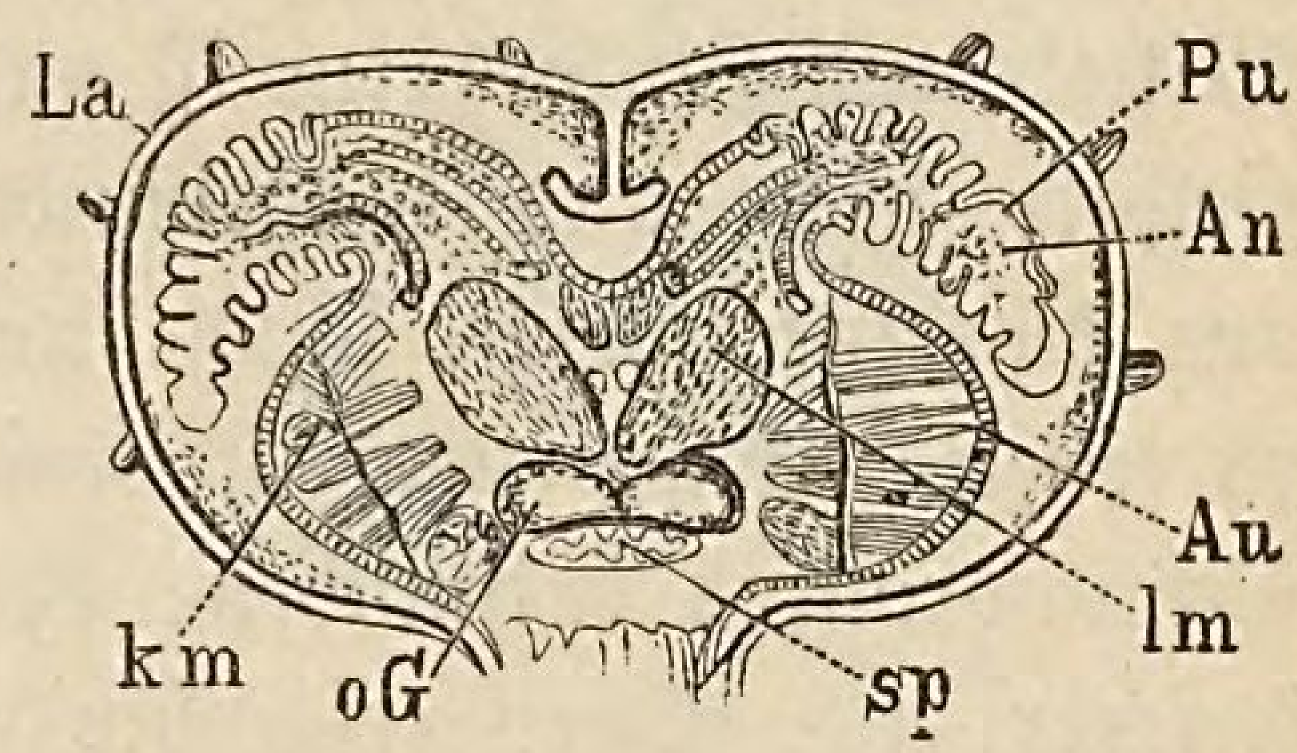


Fig. 191.
Dasselbe kurz vor der Verpuppung.
La die von der zelligen Matrix abgehobene Chitinhaut der Raupe, Pu Zellhaut der Puppe, An Fühler-, Au Augenanlagen, km Kaumuskelreste, lm Längsmuskeln, oG oberes Schlundganglion, sp Speiseröhre. (Original.)

Von bekannterem Detail sei vor Allem die gefaltete Schlundröhre (sp) erwähnt. Der Zwillingsknoten hart darüber ist offenbar das obere Schlundganglion, das Gehirn; wie man sieht, von sehr bescheidenem Umfang. Die gesammte übrige Kopfkapsel enthält dagegen (wenigstens im hintern und mittleren Theil) fast nichts Anderes als Fleisch oder Muskeln (km), die sich um je eine flügelartige derbe Sehne (s) gruppiren. Diese Muskeln gehören den kräftigen Kiefern oder Beißwerkzeugen an.

Vergleichen wir nun, um uns den ganzen Umfang der innern Metamorphose recht deutlich vor Augen zu führen, die Organisation der Raupe mit der des Schmetterlings und zwar zunächst mit Hilfe der Längsschnitte (A, C) auf Fig. 184.

Um wieder mit dem Mittelorgan, dem Darm, zu beginnen, so entdecken wir da nichts mehr von der weiten Höhlung, die beinahe den ganzen Raupenschlauch erfüllte. Der Darm, und speciell dessen Vordertheil, hat sich eben aus einem Sack in ein enges Rohr (sp) verwandelt. Was er aber an Umfang verloren, das ist z. Th. an Länge zugewachsen. Mittel- und Hinterdarm ist nämlich nicht mehr gerade, sondern vielfach hin- und hergewunden, weshalb am Längsschnitt nur einzelne längs-, schief- nnd querdurchschnittene Stücke (D) zu sehen. Ganz neu ist eine große durch Ausstülpung des Schlundrohres entstandene Blase, der sog. Saugmagen (sm), welcher als Speisereservoir zu betrachten ist. Der durch Reducirung des Darmvolumens gewonnene Raum wird hinten, im abgeschnürten Abdomen, von den jetzt mächtig entwickelten Geschlechtsorganen, resp. den Eierstöcken (Ei) sammt Zubehör eingenommen. Im letztern Abschnitt findet man auch, zumal bei den Weibchen, veränderte Reste des Fettkörpers, die bei der Entwicklung der Eier allmälig verschwinden.

Die augenfälligste Umgestaltung hat die Muskulatur erlitten. Am deutlich geringelten Hinterleib, der überhaupt von der Metamorphose relativ am wenigsten betroffen wird, hat sich im Wesentlichen allerdings der gegliederte Muskelschlauch der Raupe erhalten; dagegen zeigt uns der imaginale Vorderrumpf oder die Brust eine total veränderte Einrichtung. Mittel- und Hinterbrust, wo eben die Flügel sitzen, bilden nicht mehr einfache Ringe mit den nach dem Muster der Hinterleibssegmente eingerichteten Faserlagen, sondern sie formiren einen selbständigen Körperabschnitt in Gestalt eines buckeligen

Gehäuses (C, B), das, besonders in seinem Oberbau, fast ausschließlich nur mit Muskeln erfüllt ist. Diese Muskeln stellen ein wohlgeordnetes System von Längs- und Seitenbalken dar. Erstere liegen, wie der Längsschnitt zeigt, und zwar fünf durch tracheenreiches Bindegewebe unterbrochene Etagen bildend, in der Mitte; letztere (an einer durchbrochenen Stelle zu erkennen) schmiegen sich an die Seitenwände.

Am schönsten zeigt sich dieses neue Muskelwerk sowie der Unterschied im Vergleich zur Raupenbrust am Querschnitt Fig. 188 C. Der Leser erkennt in dem hellen keilförmigen Mittelraum die fünf Paare von Längsbalken (lm) und dann die gewissen bereits im I. Bd. näher geschilderten, theils pfeiler-, theils strangartigen Seitenmuskeln (brm, iflm, aflm), zu denen dann an der Bauchseite noch diverse Beinmuskeln hinzukommen.

Was nun die Entstehungsweise dieses Mechanismus anlangt, so läßt sich mit Sicherheit nur so viel erkennen, daß dabei der Fettkörper eine wichtige Rolle spielt.

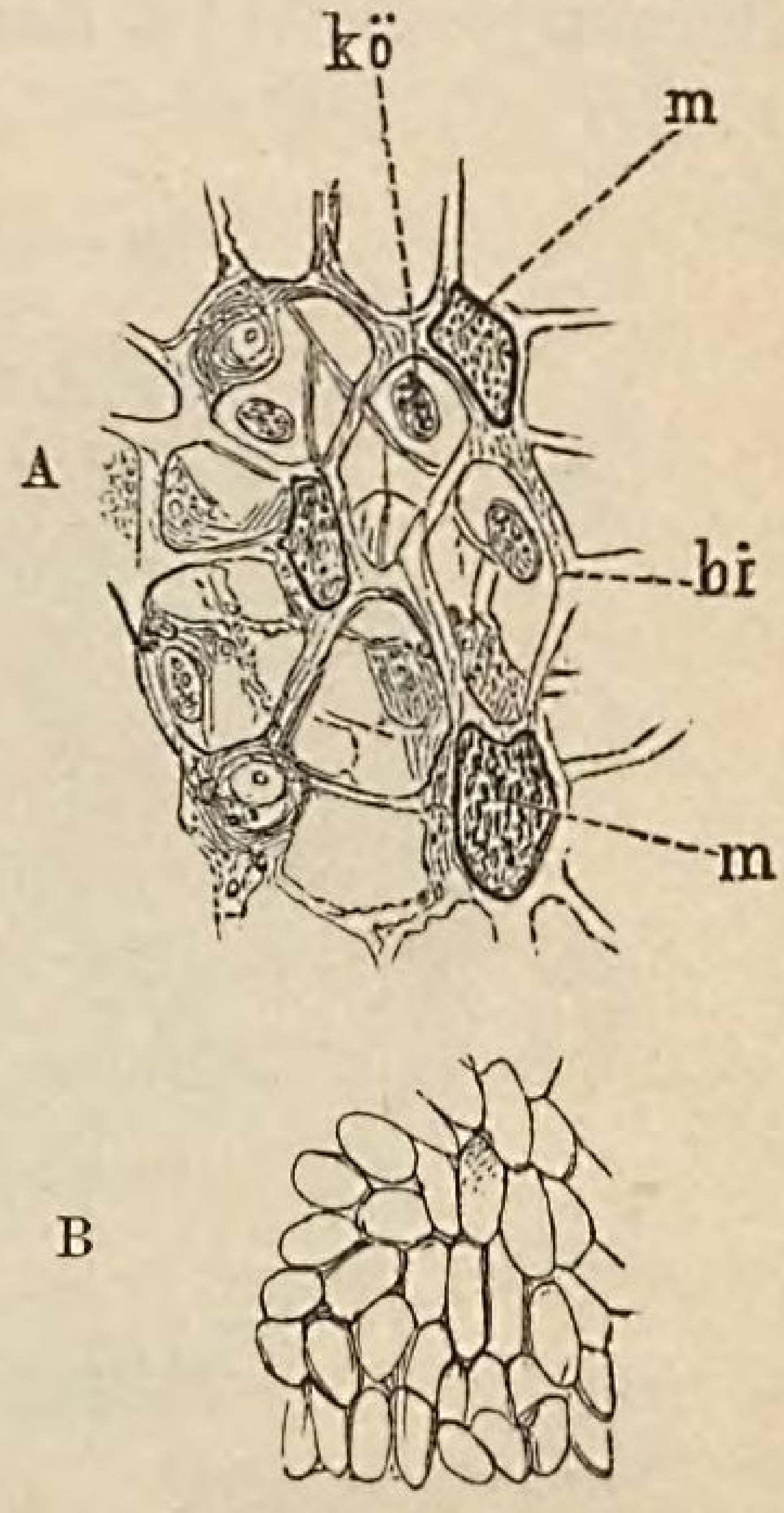


Fig. 192.
Zur Entwicklung der Längsmuskeln in der Flügelbrust der Falter (Baumweißling).
A Stück vom Querschnitt des betr. Muskels, entsprechend Fig. 188 B. bi netzartiges Bindegewebe mit Zellen (kö) und Muskeln (m).
B Stück vom Querschnitt desselben Muskels im ausgebildeten Zustand (die Muskelfasern zu einem compakten Strang vereinigt).
(Original.)

Eine Art Mittelstadium, von einer Puppe, sieht man am Längsschnitt Fig. 184 B, sowie am Querschnitt Fig. 188 B. An letzterem sind die Umrisse der Imaginalmuskeln zwar

angedeutet, ihr Gefüge ist aber noch ganz locker, indem sie, wie Fig. 192 zeigt, sozusagen nur zur Hälfte aus schon fertigen Fasern (m), zur andern Hälfte dagegen aus noch unverarbeitetem Zellmateriale (kö) bestehen.

Daß bei einer so bedeutenden Umwandlung des innern Bewegungsapparates auch das zugehörige Nervensystem manchen

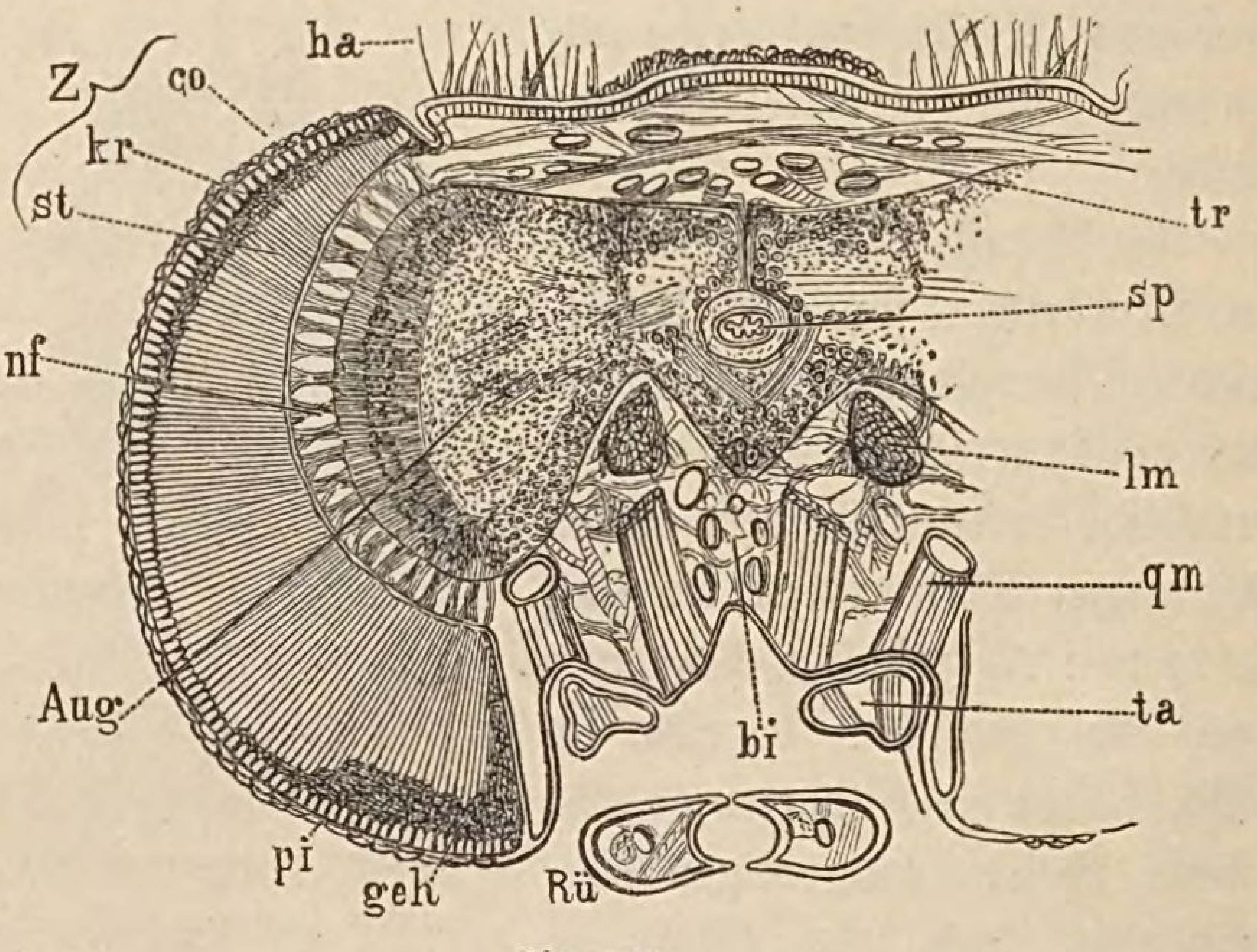


Fig. 193.
Frontalschnitt durch die Mitte des Kopfes eines fast ausgebildeten Falters (von einer 5tägigen [Hochsommer-] Puppe), Puppenhaut entfernt.
ha Haare der Chitinhaut des Imago, z z. Th. aus der Zellhaut (Hypodermis) der Puppe hervorgegangenes Auge, und zwar co Cornea, kr Zone der Krystallkegel, st Zone der Seh(nerven)stäbe, geh seitliche Wände des Augengehäuses, in die Innenwand desselben übergehend, nf durch die Verlängerung der Augenschläuche verkürzte Lage der Sehnervenfasern, Aug Augenganglion, tr das Gehirn umspinnendes Bindegewebe mit seinem Tracheennetz, lm Längs-, qm Quermuskeln, ta Lippentaster, Rü Rüssel. (Original.)

Veränderungen unterliegt, ist selbstverständlich. Sie bestehen, wie in ausführlichster Weise bereits Herold nachgewiesen, vorwiegend in der Reduktion der Hinterleibsknoten, sowie in der Vergrößerung und Annäherung der Flügelbrustganglien (vgl. Fig. 184 C g_2, g_3).

Es erübrigt noch eine kurze Betrachtung der Umwandlungen im Kopftheil, beziehungsweise, da wir die Einrichtung des Raupenkopfes bereits kennen, der Vergleich mit dem Falterhaupt.

Das Wesen des letzteren prägt sich am bestimmtesten an einem Querschnitt (Fig. 193) aus. Man beachte vor Allem das mit dem untern Schlundganglion verschmolzene und von

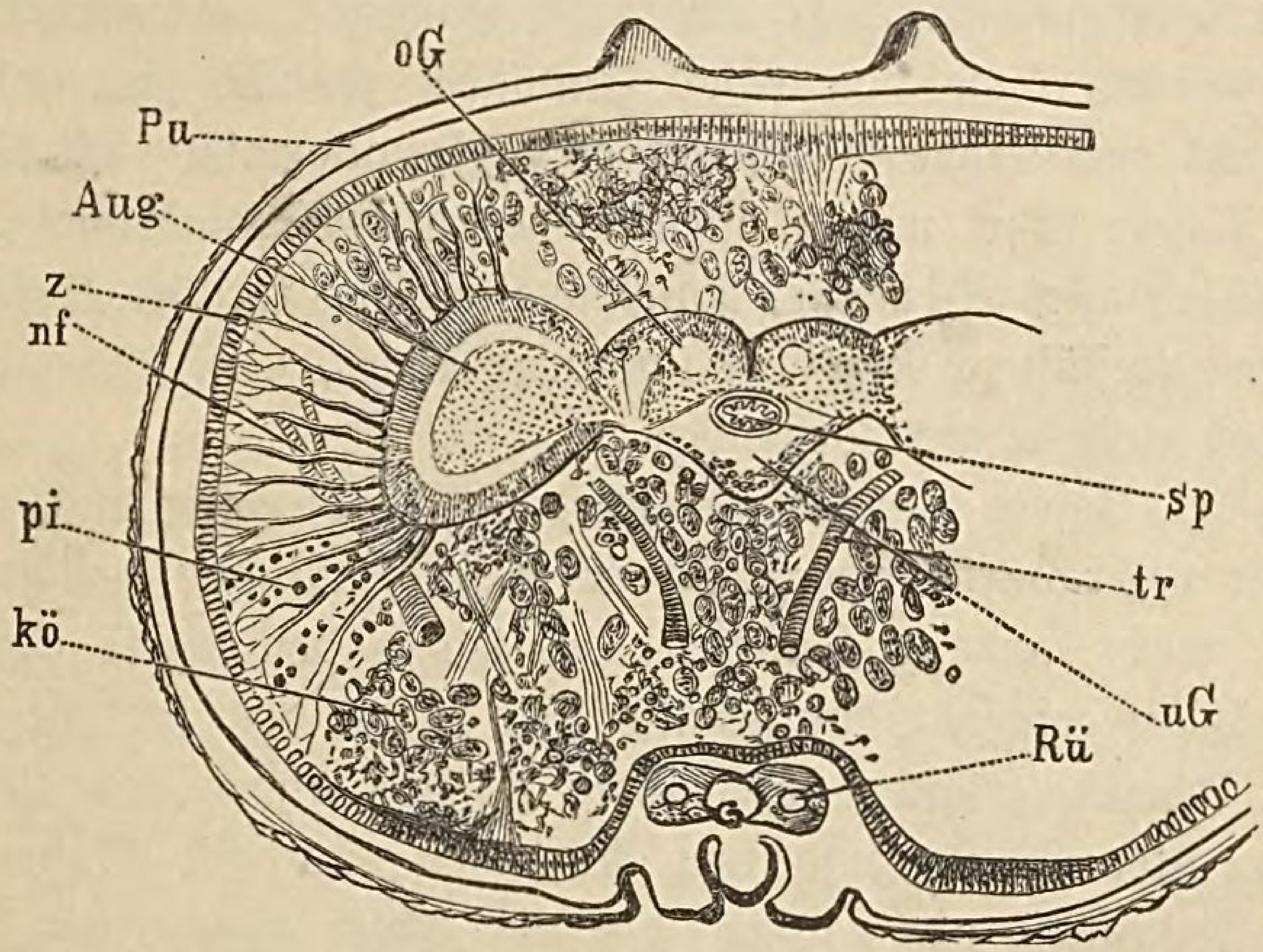


Fig. 194.
Frontalschnitt durch die Mitte des Kopfes einer 2tägigen (Hochsommer-) Puppe. Pu abgehobene Chitinhaut der Puppe, z Zellhaut (Hypodermis) des Imago mit den in Entwicklung begriffenen Krystallkegeln, oG oberes Schlundganglion, Aug das demselben ansitzende große Augenganglion (mit seinen verschiedenen Zell- und Faserlagen), nf davon zur Augenoberfläche ausstrahlende Sehnervenfasern, dazwischen „Körnchenkugeln" (kö), Pigment (pi) in eigenen Zellen und Tracheen, uG unteres Schlundganglion, sp Speiseröhre, Rü Rüssel. (Original.)

der Speiseröhre (sp) durchbohrte Gehirn mit den neu hinzugewachsenen umfangreichen Seiten- oder Augenlappen (Aug). Der ganze Raum zwischen letzteren und der Kopfwandung, der bei der Raupe (Fig. 190) von den Kaumuskeln occupirt wird, ist hier durch die vielstrahlige Netzhaut der Facettaugen ausgefüllt.

Sonst sind noch hervorzuheben: ein lockeres Bindegewebe (bi) mit zahlreichen Luftröhren (tr) und dann gewisse hauptsächlich zur Bewegung der Kopfanhänge bestimmte Muskelbündel (qm), von welchen manche Längsstränge (lm) von der Raupe (Fig. 190 lm) herzustammen scheinen.

Ein überaus lehrreiches Stadium des Ueberganges vom Raupen- in den Falterkopf haben wir in Fig. 194 fixirt. Man sieht zunächst ganz außen die war .ge Puppenhaut (Pu) und darunter die von einer Entwicklu gsphase zur andern sich fort erhaltende Weichhaut oder Hypodermis. Ein Blick ins Innere führt uns in medias res de: Metamorphose ein. Es ist fast alles Alte, alles Raupenhafte eils zerstört, theils in völliger Auflösung begriffen, und vom N en, vom Imaginalen ist auch noch wenig vorhanden.

Bei diesem Sachverhalt wird sich er Leser auch nicht länger mehr darüber verwundern, daß ie Puppe der Falter sowie vieler anderer Insekten, bei denen der innere Umbau so plötzlich geschieht, für gewisse Zeit so gut wie todt ist.

Indessen erblicken wir mitten in dem Chaos von Trümmern alter Theile und von Anfängen künftiger Bildungen doch wenigstens ein Organ, das von dieser allgemeinen Zerstörung verschont bleibt, nämlich das Gehirn (oG), und in der Continuität des Centralorgans spricht sich zugleich, bei allem Wechsel der Organisation, die ununterbrochene Fortdauer und Einheit des Lebens aus.

II. Innerliche (endogene) Bildung des Imago gewisser Zweiflügler (Musciden).

So sehr Raupe und Schmetterling und überhaupt Larve und Imago der bisher behandelten metabolischen Insekten ihrer ganzen Erscheinung nach von einander verschieden sind, so haben wir uns doch überzeugt, daß zwischen denselben ein

inniger und unmittelbarer Zusammenhang besteht, daß der spätere Zustand im Vergleich zum früheren nicht etwas wirklich Neues, Abgesondertes und Apartes darstellt, sondern daß es sich lediglich um eine neue Determination, um eine neue Ausprägung einer in der Hauptsache unveränderlich bleibenden Grundform und Wesenheit handelt.

Ganz anders stellt sich aber das Wechselverhältniß zwischen Larve und Imago bei gewissen Dipteren (Musciden), z. B. bei unserer Stuben- und Schmeißfliege dar, dessen nähere Kenntniß man den ausgezeichneten Untersuchungen Weismann's (1864) verdankt.

Das Eigenartige liegt darin, daß wenigstens gewisse Körperabschnitte des Imago — und zwar betrifft dies den gesammten Vorderleib — sich nicht als einfache Umformungen der betreffenden Larventheile erweisen, sondern daß für diese Gebilde ein ganz neuer, ein vom Bestehenden völlig unabhängiger Anfang gesetzt wird.

Ganz besonders ist noch zu betonen, daß speciell auch das rein Aeußerliche oder die Haut der Fliege (nach W.) keine exo- oder dermogene, das will sagen keine aus dem Integument der Made hervorgehende Bildung ist, sondern daß man es auch hier mit einem völlig innerlichen oder endogenen Erzeugniß zu thun hat.

Da manchen unserer Leser diese Verhältnisse ganz unbekannt sein dürften, so wird zunächst eine vorläufige Orientirung an der Hand der nachstehenden Fig. 194* am Platze sein.

Die drei ersten hier abgebildeten Typen (A, B, C) geben Beispiele für die verschiedenen Arten oder besser Grade der gewöhnlichen Metamorphose, wobei besonders zu beachten, daß hier Larve und Imago in ihrer ganzen Ausdehnung eine und dieselbe Weichhaut, also auch eine und dieselbe Wesenheit besitzen.

Anders findet man es beim untersten Bilde (D), das sich eben auf die exceptionelle Entwicklung der Musciden bezieht.

Hier haben nämlich Larve und Imago nur einen gemeinsamen Körpertheil, d. i. den Hinterleib, während der (dunkler

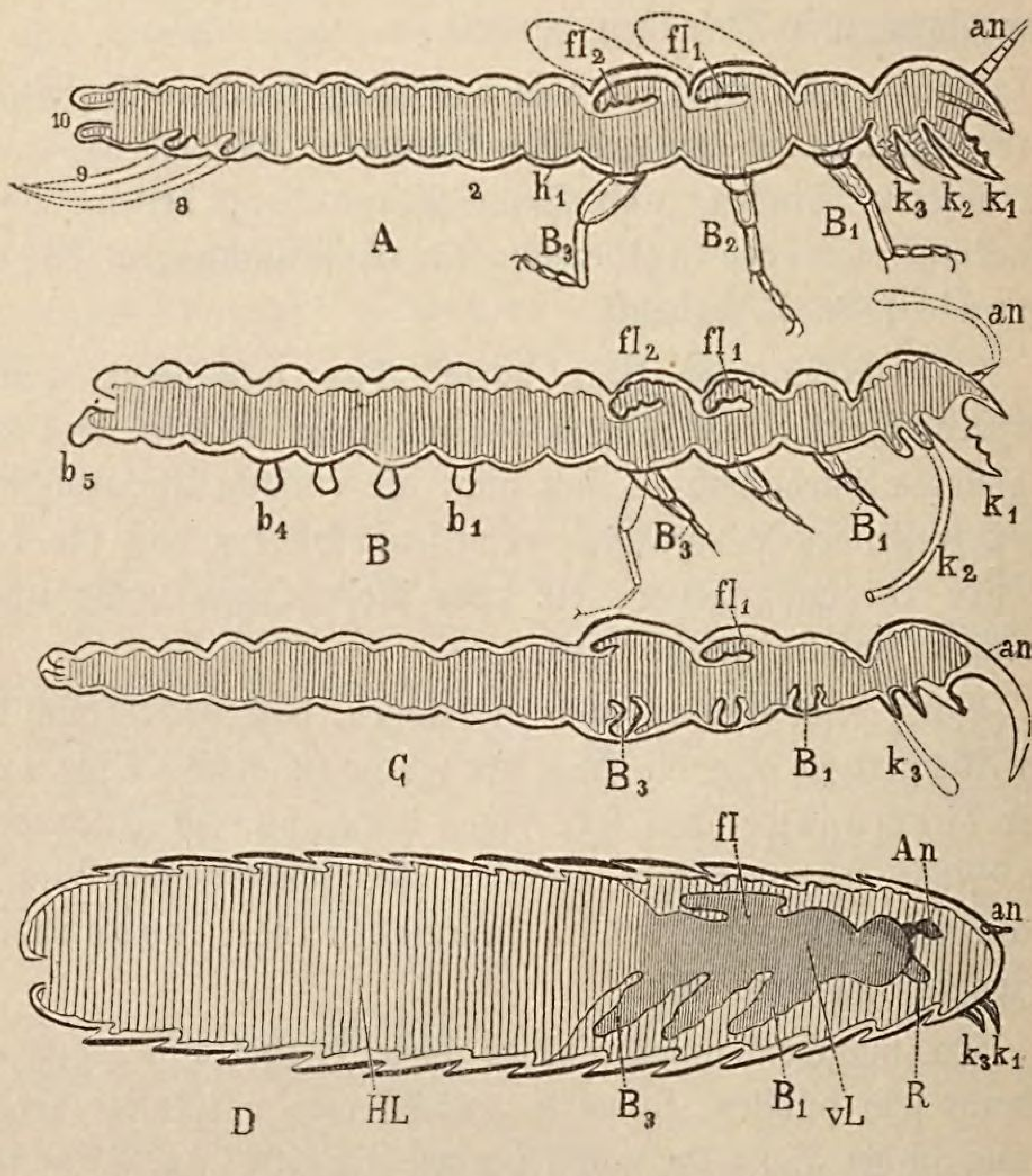


Fig. 194*.

gehaltene) Vorderleib des Imago sich nicht mit dem zugehörigen Larventheile deckt, sondern als ein separater Einschluß, gewissermaßen als eine Kernbildung erscheint, um den die Larvenhaut die Schale oder den Mantel darstellt.

Am deutlichsten zeigt sich dieser Gegensatz zwischen dem vordern und hintern Theile des Imagokörpers in dem Umstande, daß am Hintertheil im Ganzen nur zwei, am vorderen dagegen drei verschiedene Conturen beziehungsweise Hautlagen zu sehen sind, wovon die innerste ausschließlich dem Vorderleib des Imago allein eigen ist, während die zwei andern der Weich- und Harthaut der Larve entsprechen.

Noch besser lassen sich diese Verhältnisse an einem plastischen Modell erläutern. Man modelt zuerst aus Wachs die Weichhaut der Fliegenlarve. Dann aus Thon deren hauptsächlichste Binnenorgane. Endlich bildet man aus anders gefärbtem Wachs den hohlen Vorderleib der Fliege und steckt ihn derart in den Vordertheil des (aus Thon gemachten) Binnenkörpers hinein, daß ein Theil des letzteren innerhalb, ein anderer außerhalb dieser eingeschachtelten Wachsform liegt. Da jedoch, wie später zu zeigen, die Anlage des imaginalen Vorderleibes keine zusammenhängende, keine continuirliche ist, so bilde man die Form desselben nicht aus einem Stück, sondern aus mehreren Theilen, und lasse zwischen denselben Lückenräume, durch welche die äußern Partieen des Larven-Binnenkörpers mit den inneren zusammenhängen.

Doch unsere Fliegen bestehen nicht aus Wachs und Thon, und so wollen wir denn daran gehen, ihren so wunderbar complicirten und merkwürdigen Verwandlungsproceß auch ins Feinere zu verfolgen und darzustellen.

Um vorerst genügendes Material zur Untersuchung dieser Vorgänge zu erhalten, setzen wir ein Stück faulendes Fleisch aus. Bald kommen diverse Fliegen und legen Häufchen kleiner länglicher Eier ab, welche letztere sehr rasch, oft in ein paar Tagen entwickelt sind. Besehen wir uns nun zunächst einen solchen fast reifen Fliegenembryo, so finden wir ihn ganz nach dem allgemeinen Insektentypus geformt und angelegt, und

dies besonders auch hinsichtlich des Kopfabschnittes, der in die gewöhnlichen vier Segmente mit je einem Gliedmaßenpaar zerfällt.

Manche dieser Kopftheile erfahren aber noch im Ei, theils durch Reduktion, theils durch Einziehung und Concentrirung, eine so große Veränderung, daß man sie an der auskriechenden Made ohne den frühern Zustand zu kennen vergeblich suchen würde.

Insbesondere ist hervorzuheben, daß der Kopf der Made mit seinem auffallend weit nach hinten gerückten Gehirn gar keinen selbständigen Abschnitt darstellt, sondern daß er mit den übrigen perspektivartig aus- und einziehbaren Rumpfringen zu einem von hinten nach vorne sich zuspitzenden kegel- oder keilartigen Körper verschmolzen ist, wie er für die bekannte Lebensweise dieser Geschöpfe kaum passender geformt sein könnte.

Gewisse andere Eigenschaften geben unsern Würmchen zugleich die Fähigkeit, sich durch die engsten Spalten und Ritzen durchzuwinden. Es beruht dieselbe einmal auf der ganz erstaunlichen Elasticität und Schmiegsamkeit ihres reichlich mit Muskeln ausgestatteten und mit großen dehnbaren Gelenksfalten versehenen Hautschlauches und dann auf der leichten Verschiebbarkeit ihrer Eingeweide. Will nun eine solche Made durch eine Spalte, die weit schmäler als sie selbst ist, so bemerkt man Folgendes. Zunächst ziehen sich die ohnehin sehr schmalen Vorderringe unter gleichzeitigem Zurücktreten der Innentheile in einen dünnen Faden aus, der, während der dicke Hintertheil diesseits wartet, durch die Ritze schlüpft und dort mit seinen gewissen Häkchen (Fig. 195 k) sich vor Anker legt. Hierauf werden zunächst die Eingeweide nach und nach und oft unter erstaunlicher Zerrung durch den Engpaß befördert. Der Rest der Arbeit ist dann eine Kleinigkeit: der ausgeweidete d. i. nach vorne

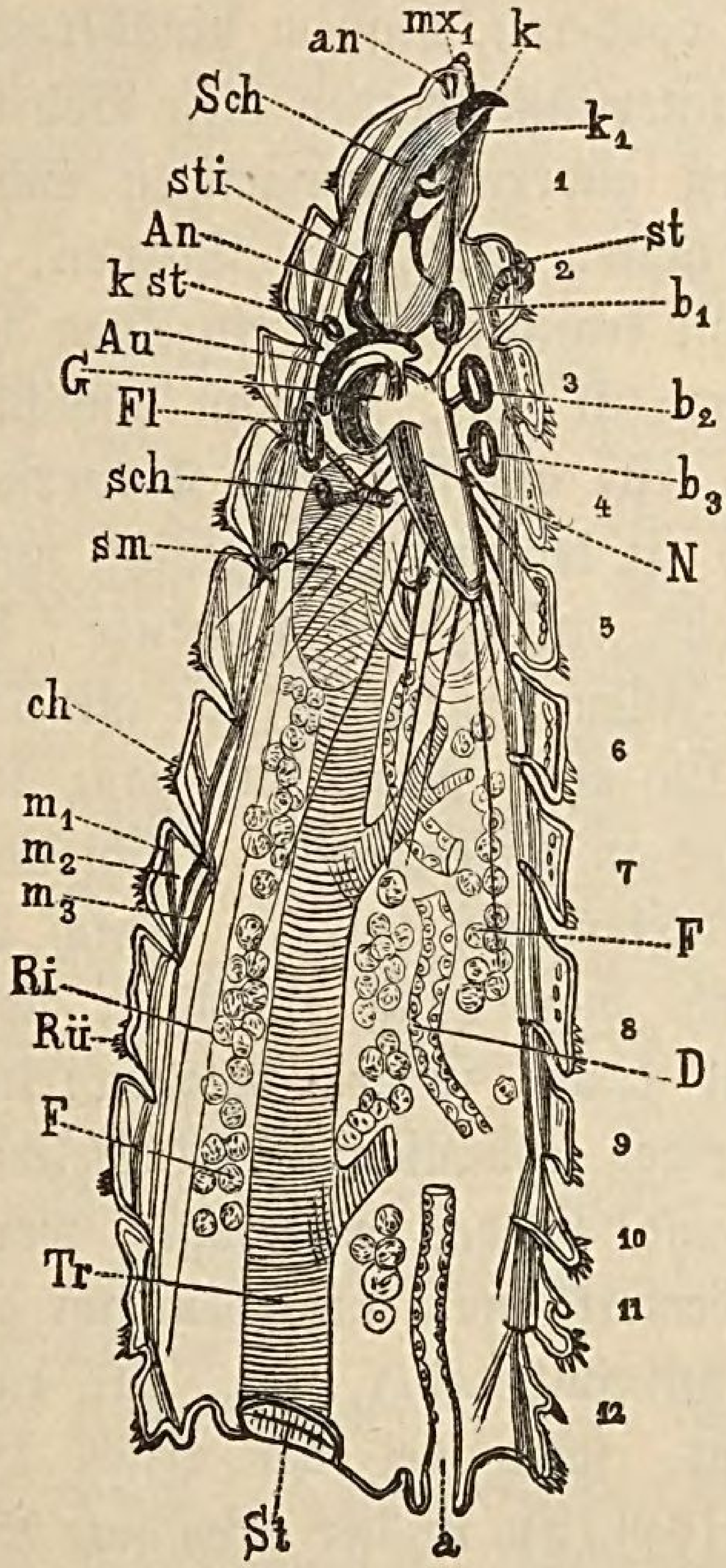


Fig. 195.

Medianer Längsschnitt durch eine ältere Musciden- (Schmeißfliegen-) Larve mit nach Weismann's und eigenen Befunden halbschematisch eingezeichneten innern Organen. Vergr. 6/1.

Die intensiv schwarzen inneren Gebilde zwischen dem 2. und 5. Leibesring sind die Anlagen für den ganz neu zu bildenden Kopf und die Brust der Fliege.

1—12 Leibesringe, ch Chitinhaut (die sie erzeugende Epidermis ist nicht gezeichnet), m_1 schiefe äußere, m_2 gerade äußere, m_3 gerade innere Hautmuskel, k paarige Kieferhaken, k_1 unpaares durch Verschmelzung der eigentlichen Oberkiefer entstandenes Bohrorgan, an Fühler, mx_1 rudimentäre Maxille, Schl Schlundkopf, st vorderes Larvenstigma am 2. Segment, b_1, b_2, b_3 Vorder-, Mittel- und Hinterbeinanlage, G Gehirn, N Bauchmark, Au Augenscheibe, sti Stirnanlage, An Fühleranlage, kst Anlage des Kiemenstigma's, Fl der Flügel, sch der Schwinger, sm Saugmagen, D Mitteldarm, a After, F Fettkörper, Tr Tracheenlängsstamm, St Stigma desselben, Rü Rückengefäß.

entleerte Hintertheil läßt sich ja, unter gehöriger Kraftanstrengung des vorderen, bequem hinüberziehen.

Wesentlich unterstützt werden diese Bohrbewegungen durch die auch manchen andern wurmartigen Schmarotzern eigenthümlichen nach hinten gerichteten Dornen, die — man vgl. Fig. 159 O — oft kranzartig die einzelnen Ringe umspannen.

Im Einzelnen ist nun, zunächst hinsichtlich der äußeren Ausrüstung, das erste und das letzte Körpersegment beachtenswerth. Ersteres ist kegelartig zugespitzt und trägt mehrere theils freie, theils einziehbare Anhänge. Von letzteren erwähnen wir vor Allem die kurzen nur mit der Lupe sichtbaren Antennen (Fig. 195 an), ferner die ganz an die Leibesspitze vorgeschobenen und an dieser Stelle gleichfalls der Orientirung dienenden Mittelkiefertaster (mx_1). Gleich dahinter an der Mundöffnung sieht man dann ein Paar schwärzliche Chitinhaken, die, mit einem innern holzbockartigen Gestell verbunden, durch einen complicirten Muskelmechanismus (Sch) hervorgestoßen und wieder eingezogen werden. An ganz jungen Maden bemerkt man außerdem am gleichen Orte eine zweischneidige Chitinspitze (k_1), die, nur zum Aufritzen der Eischale bestimmt, schon bei der ersten Häutung verloren geht. Nach Weismann ist der erwähnte Schlundtheil nichts Anderes als der in das zweite Segment eingestülpte Vorderkopf sammt dem Mandibularsegment, und gehören die Hauptanhänge des Madenmundes, die gewissen Haken, zu ersterem, während das unpaare dolchartige Organ durch Verwachsung der embryonalen Oberkiefer entsteht. Auf die Weise erklärt sich auch das anscheinend paradoxe Verhältniß, daß die Oberkiefer (k_1) hinter den Mittelkiefern oder Maxillen (mx_1) liegen.

Am Schlußsegment ist dessen schief von oben nach unten abgestutzte Endfläche beachtenswerth. Der Laie würde, wenigstens an einer todten Made, wahrscheinleich diesen Pol für den Kopf halten und zwar wegen der zwei dunklen augen-

artigen Flecke an demselben. Solche Organe brauchen aber die Maden nicht, und die vorliegenden sind nichts Anderes als die Luftlöcher oder Stigmen (St), die aus guten Gründen an diese am wenigsten der Verstopfung ausgesetzte Stelle verlegt sind und nur eine enge durch ein Haarnetz geschützte Athemritze haben. Die papillenartige Erhebung (a) gleich unter dieser Stigmenplatte ist der After.

Wir kommen nun an die innere Einrichtung, und verweisen zunächst auf die Hautmuskulatur, die an unserm Längsschnitt ganz naturgetreu wiedergegeben. Sie besteht von Ring zu Ring aus zwei Lagen (m_2, m_3) Längsbänder, welche eben die Segmente in einander ziehen, ferner aus schiefen Bündeln (m) und endlich aus je einem Paar seitlicher Stränge, die aber selbstverständlich nur an einem Querschnitt (Fig. 196 sm) gut zu sehen sind. An letzterem bemerkt man auch, daß die senkrecht getroffenen Längsmuskeln am Rücken (rlm), am Bauche (blm) und an den Seiten (oslm und uslm), also ringsum ziemlich gleich entwickelt sind, während eigentliche Ringmuskeln ganz fehlen. Im Ganzen hat die Muskulatur manches Analoge mit jener der „Rundwürmer".

Von andern Hautorganen sei dann das Tracheensystem erwähnt. Selbes besteht aus zwei seitlichen baumartig aus den früher bezeichneten Afterstigmen sich erhebenden und in mannigfachster Weise an den Eingeweiden sich verzweigenden Stämmen (Tr), über deren Lage auch der Querschnitt (Fig. 196 Tr) guten Aufschluß gibt.

Von auffallender Länge und Complication namentlich gegenüber dem höchst einfachen Darmschlauch der Raupen erscheint das Verdauungssystem unserer Maden. Es hat selbes, bei ähnlicher Ernährungsweise durch Aufsaugen flüssiger Stoffe, sogar eine auffallende Analogie mit dem der Schmetterlinge und überhaupt der saugenden Insekten. Außer dem bereits erwähnten Pumpmechanismus oder Schlundkopf

und einem kurzen derbhäutigen Speiserohr (Fig. 196 Oe) ist vor Allem der abgeschnürte Saugmagen (Fig. 195 sm) sowie der vielfach gewundene Chylus- oder Schleimdarm (Fig. 195 und Fig. 196 chD, chD[1]) beachtenswerth.

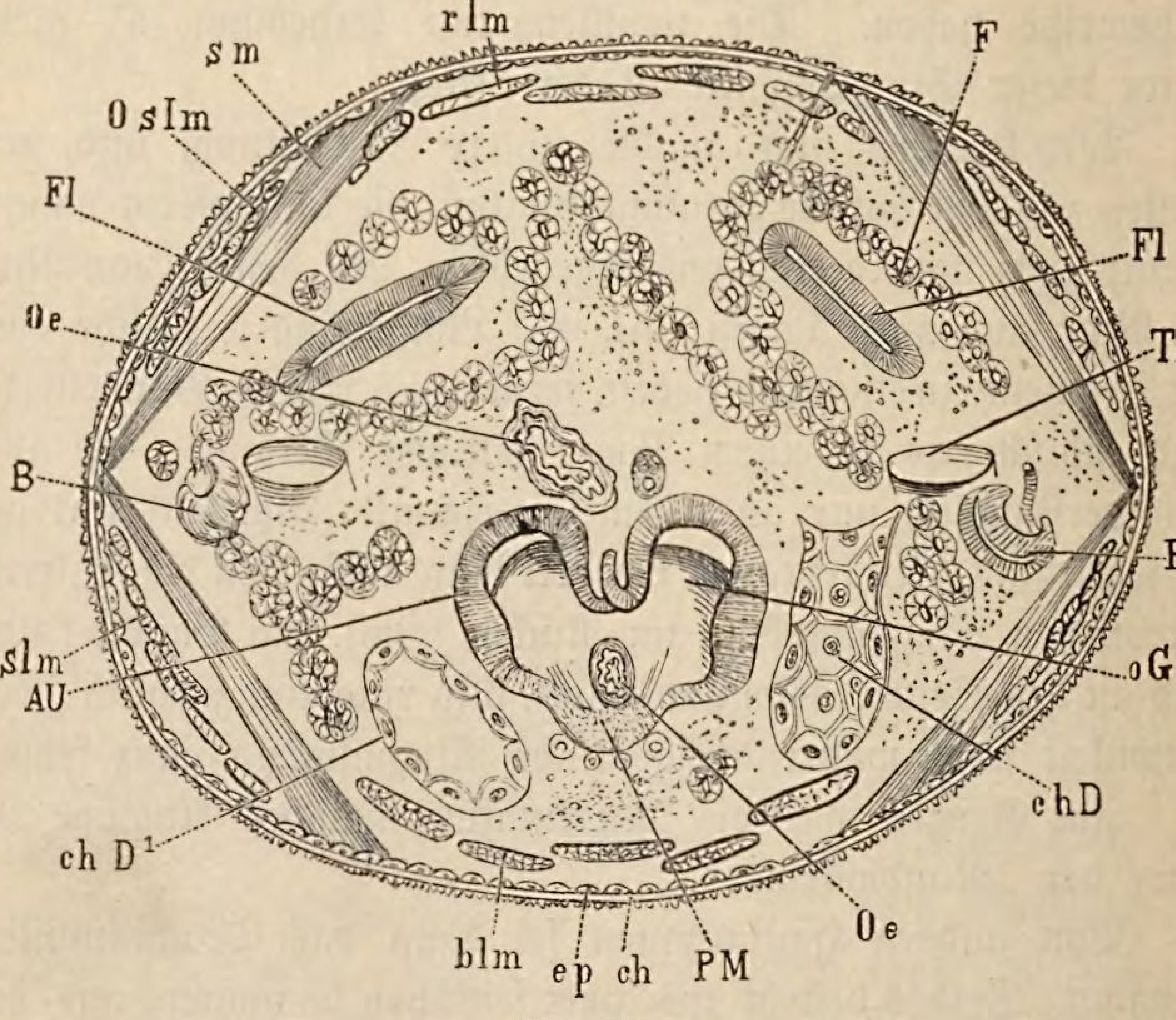


Fig. 196.

Querschnitt durch den 4. Leibesring einer Musciden- (Fliegen-) Larve.
ch Chitin-, ep Zellhaut (Epithel), blm Bauchlängs-, slm Seitenlängs-, rlm Rückenlängsmuskeln, sm Sagittalmuskeln, Oe und Oe′ Oesophagus (Speiseröhre), F schnurf. Fettkörper, Tr Tracheenlängsstämme, chD großzelliger Chylusdarm (chD[1] im Querschnitt), oG oberes Schlundganglion (Gehirn), PM Bauchmark, Au dem Gehirn (?) entsprossene Augenscheiben, B Bein-, Fl Flügelscheiben. Vergr. 24/1.
(Original.)

Höchst eigenthümlich, weil gar nicht mit der gleichmäßig zerstückelten Körperform harmonirend, ist das Nervensystem. Statt einer Kette von Ganglien, wie bei der Raupe, finden wir hier (Fig. 195) zwischen dem 3. und 5. Ring eine kurze „pistolenartige“ Nervenmasse (N), deren Handgriff (G) dem Gehirn,

deren übriger Theil dem gesammten Bauchmark entspricht. Vom ersteren gehen Nerven vorwiegend zum Vorderkörper, von letzterem zahlreiche straff ausgespannte Fasern zum Hinterleibe.

Dies sind — das zwar sehr eigenthümliche Rückengefäß (Rü) lassen wir ganz bei Seite — die eigentlichen Eingeweide. Dazwischen befindet sich nun das Blut, und als solidere Ausfüllung der aus großen perlschnurartig aufgereihten Zellen bestehende Fettkörper (Fig. 196 F).

Zum Beschluß sei noch das gerade diesen Larven so nothwendige System der sog. Visceralmuskeln genannt, welche sich zwischen Haut und Eingeweiden ausspannen und die oben erwähnten Verschiebungen der letztern möglich machen.

Streng genommen müßte nun, um das Ziel und einigermaßen auch den Umfang der den Musciden eigenthümlichen Metamorphose zu bezeichnen, eine nähere Schilderung des Imago folgen; da jedoch der Typus einer „Fliege" jedem Leser geläufig, werden folgende Hauptkennzeichen genügen. Die Fliege hat im Gegensatz zur Larve einen wohl abgesonderten Kopf mit großen Facettaugen, mehrgliedrigen Fühlern und dem bekannten vieltheiligen Saugrüssel. Sie besitzt weiters eine gleichfalls ganz selbständige aus drei Ringen verschmolzene Brust, oben mit einem Flügelpaar, unten mit den sechs Imagobeinen. Endlich kommt ihr noch ein Hinterkörper zu mit z. Th. verwachsenen, theils eingezogenen Leibesringen.

Auch hinsichtlich des Innern seien nur die augenfälligsten Unterschiede genannt. Am Verdauungstrakt fehlt der Schlundkopf und sind die übrigen Theile vielfach umgearbeitet. Das Nervensystem ist ganz anders, indem hier zum typischen Schlundring noch eigene Brust- und Leibganglien kommen. Desgleichen ist, bis auf die Längsstämme, das Tracheensystem ein anderes, indem ja, von andern Abweichungen und der

Einschaltung von Blasen abgesehen, die Zuleitung nicht von hinten, sondern von den Seiten her erfolgt. Am auffallendsten ist schließlich — wie zwischen Raupe und Falter — der Unterschied in der Hautmuskulatur.

Wir kommen nun zur Schilderung des Veränderungsprocesses selbst, die wir zu besserer Uebersicht in zwei Abschnitte theilen werden.

a) Anlage und Entwicklung des imaginalen Vorderleibes in der Larve.

Aus den kurzen Vorerläuterungen dieses Kapitels wird der Leser entnommen haben, daß bei der Bildung des Musciden-Imago in mancher Hinsicht wieder die alte Einschachtelungstheorie zu Ehren kommt, insoferne nämlich, als die Fliege nicht durch einfache Umwandlung der Made entsteht, sondern wenigstens mit ihrem Vorderkörper sich als ein selbständiges Erzeugniß, als ein im wahren Sinne des Wortes dem Larvenorganismus einverleibtes Geschöpf sich darstellt.

Dies neue und eigenartige Verhältniß zwischen Larve und Imago tritt denn auch schon bei der ersten Anlage des letzteren zu Tage.

Während die Raupe beim Verlassen des Eies in keiner Hinsicht etwas Anderes ist, als eben eine einfache, eine unverfälschte Larve, und das Neue, was nach und nach zum Vorschein kommt und sie zum Schmetterlinge macht, in letzter Linie stets nur eine Veränderung, eine Umarbeitung des Alten bedeutet, ist die Fliegenmade schon von vorneherein ein gemischter Organismus, eine Art Doppel- oder Zwitterwesen, kurzum eine Larve, die sozusagen mit den Keimen eines Imago schwanger geht.

Hinsichtlich des näheren Verhaltens dieser Binnenknospen wolle man nun zunächst die Fig. 196* zu Rathe ziehen.

Da dieselben wie bekannt ausschließlich nur zur Bildung des imaginalen Vorderleibes, d. i. der Brust und des Kopfes dienen, so hat man sie an der Larve auch im entsprechenden Abschnitt zu suchen, und zwar im Umkreis des Central-

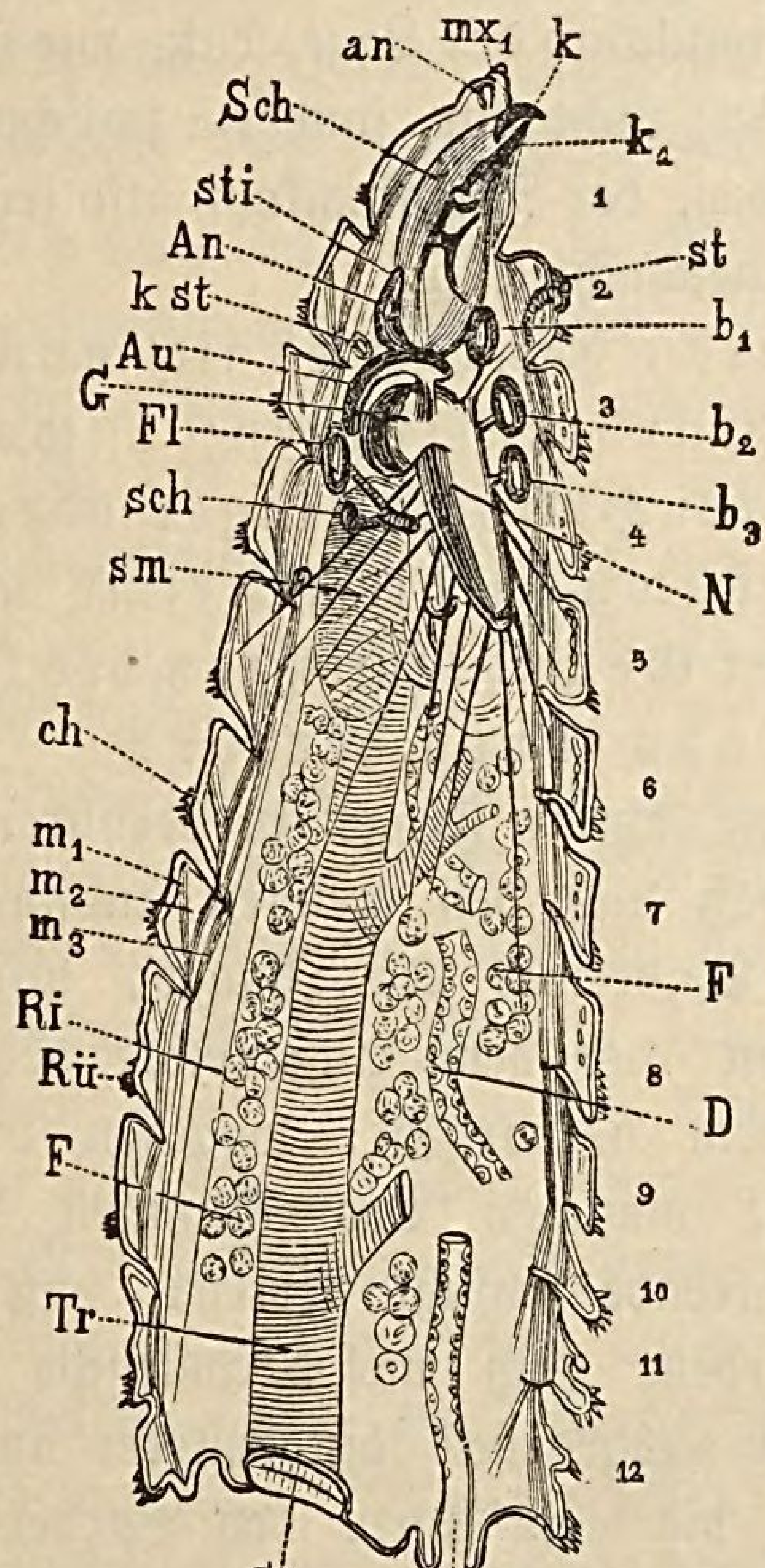


Fig. 196*.

nervenkörpers zwischen dem 2. und 4. Leibessegment. Im Ganzen sind deren nicht weniger als sieben Paare, nämlich ein Paar für den Kopf (Cephaloblasten) und je zwei Paare, nämlich ein oberes und ein unteres, für die künftigen drei Brustringe (Thoracoblasten). Nach den wesentlichsten Bei-

organen oder Anhängen können wir erstere auch als Augen- (Au), letztere als Bein- (b_1—b_3) und Flügelkeime bezeichnen. Außer den eigentlichen „Flügel"keimen (Fl) am Mittelrücken hat man aber noch solche für die Puppenstigmen am Vorderrücken (kst) und für die Schwinger am Hinterrücken (sch) zu unterscheiden. Merkwürdig ist hinsichtlich der Lage, daß, wie Figura lehrt, die Cephaloblasten (Au) nicht vor, sondern zwischen den Thoracoblasten sich befinden, der Imaginalkopf also seiner Anlage nach in der Brust eingeschachtelt ist.

Im Weiteren handelt es sich nun zunächst um folgende zwei Cardinalfragen: 1) woher d. i. von welchem der drei Hauptzelllager oder Keimblätter des Embryo stammen diese Keime und 2) welche Zelllagen oder Gewebsschichten des Imago gehen hinwiederum aus ihnen hervor?

Um zuerst die letztere Frage zu berühren, so behauptet Weismann, daß aus den Keimen ausschließlich nur die Weichhaut oder Epidermis des Imago, also jene Zelllage entsteht, die sonst aus dem Außenblatt des Embryo oder aus dem Ektoderm hervorgeht, wogegen in neuester Zeit Ganin die mit manchen Beobachtungen Weismann's kaum zu vereinbarende Ansicht vertritt, daß die Musciden-Neoblasten außerdem auch mesodermatische Bildungen erzeugten. Populär ausgedrückt läßt ersterer aus diesen Keimen nur die Schale, die leere Form des Vorderleibes, letzterer zugleich das zugehörige Binnengewebe oder die Ausfüllung entstehen.

Was dann die andere Frage d. i. die nach dem Ursprung unserer Keime anlangt, so müßten dieselben unter der Voraussetzung, daß die gleichartigen Gewebslagen der vollendeten Thiere stets auch aus gleichartigen oder homogenetischen Zellgruppen des Embryo hervorgingen, nach der Weismann'schen Auffassung ausschließlich

dem Ektoderm, nach der Ganin'schen dagegen theils dem Ektoderm, theils dem Mesoderm entstammen.

Wozu aber, wird man einwerfen, braucht man die Abkunft dieser Keime zu erschließen, sie wird doch wohl schon direkt beobachtet und über allen Zweifel sicher gestellt sein. Indessen wird sich gleich zeigen, daß dies nur theilweise der Fall ist.

Nach Weismann bilden sich die Neoblasten stets im Zusammenhang entweder mit einem Nerv oder aber mit einer Trachea, und nehme man gleich zur Erläuterung der letztern Verbindung die Fig. 197 E zur Hand. Man sieht da einen verzweigten Tracheenstamm, innen mit der Chitin-, außen mit der Zellhaut (z). An einer Stelle bemerkt man dann eine größere birnförmige Anschwellung, die aus zahlreichen Bläschen oder Zellen besteht. Das ist nun eben ein solcher Imaginalkeim und zwar der für die obere Mittelbrust (oB_2). Nun scheint nichts naheliegender als die Annahme, daß die Zellen dieser Wucherung dem Epithel des Luftrohres entstammen, und daß man es somit, da letzteres durch Einsenkung der Haut entsteht, mit einer wahren Ektodermbildung zu thun habe. Man darf aber nicht vergessen, daß manche Tracheen von einer dem Mittelblatt entstammenden Bindegewebshülle umkleidet sind, die betreffende Zellwucherung somit ebensogut dem erstern (ektodermatischen) als dem letztern (mesodermatischen) Gewebe oder möglicherweise beiden zugleich angehören kann.

Noch unsicherer ist der Ursprung jener Keime, die sich an Nerven entwickeln. Fig. 197 A zeigt uns das isolirte Centralmark, dessen zweiter (2) und dritter (3) Nerv ganglienartige Anschwellungen tragen. Dies sind nun wieder solche Imaginalkeime und zwar die der untern Vorder- (uB_1) und der untern Mittelbrust (uB_2). Nach Weismann sollten

nun diese Keime ausschließlich nur aus der Nervenscheide, also aus einem Gewebe entstehen, das, wie wir im frühern

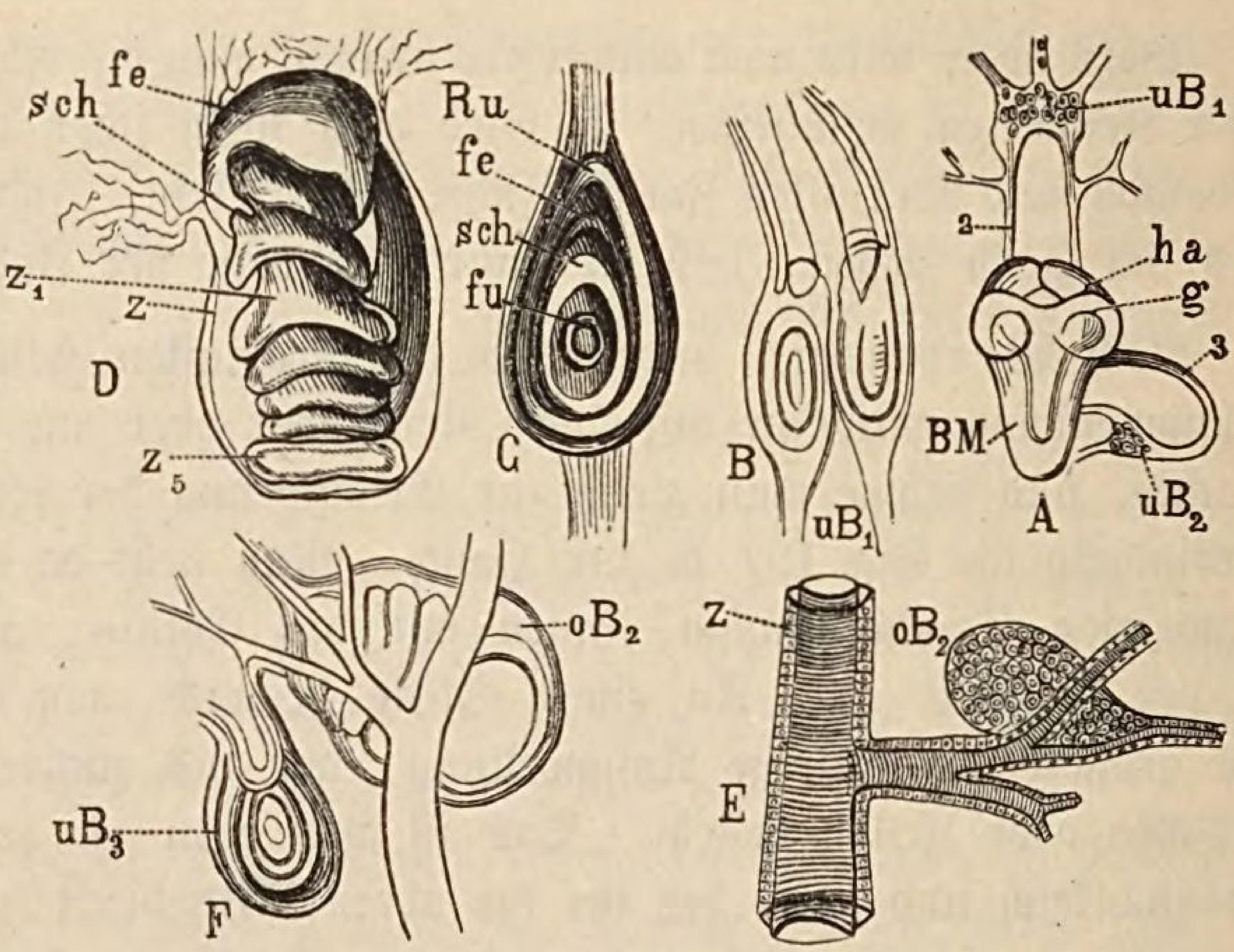


Fig. 197.

Zur Entwicklung der inneren „Imaginalscheiben" der Schmeißfliege (Musca vomitoria), nach Weismann.

A Gehirn (G) mit Bauchmark (BM) einer 0,7 cm langen Larve.
ha „Hirnanhang" oder Kopfscheibe, 2 zweites Nervenpaar des Bauchmarkes, daran uB1 Anlage der untern Vorderbrust (Prothoracalscheibe), 3 drittes Nervenpaar, daran uB2 Anlage der untern Mittelbrust (Mesothoracalscheibe).

B Dieselben Vorderbrustscheiben einer 1,5 cm langen Made weiter entwickelt.

C Untere Mittelbrustscheibe einer frisch verpuppten Larve.
Ru Rumpfstück, fe Femur-, sch Schienbein-, fu Fußfalte.

D Mittelbein mehr entwickelt.
z die die Beinanlage umgebende Hüllmembran (vom 2. Puppentag), z1—z5 Fußglieder.

E Anlage der obern Mittelbrust (Flügelscheibe) (oB2) an einem Tracheenzweig.
z die Zelllage (Tracheenepithel) von einer eben aus dem Ei gekrochenen Larve.

F Obere Mittel- (oB2) und untere Hinterbrustscheibe (uB3) an einem Tracheenstamm von einer ausgewachsenen Larve.

Kapitel gehört, bei Corethra ganz und gar nicht zur Bildung der Haut, sondern lediglich zur Erzeugung der Muskeln und überhaupt der (mesodermatischen) Binnensubstanzen dient.

Aber empfehlen wir lieber die Klärung dieser Verhältnisse einer neuen streng methodischen Untersuchung und betrachten wir nun in Kürze die weitere Entwicklung und Formung der Imaginal„scheiben“.

Wenn diese gleich Beeren an ihren Zweigen hängenden Knospen eine gewisse Größe erreicht haben, so entsteht in ihnen zunächst eine mit der Umgebung d. i. mit dem Innenraum der Larve communicirende Höhlung. Der solide Keim verwandelt sich mit andern Worten in einen Hohlkörper, dessen Wand ursprünglich (Fig. 198) aus einer einzigen Lage hoher Zellen (z) besteht.

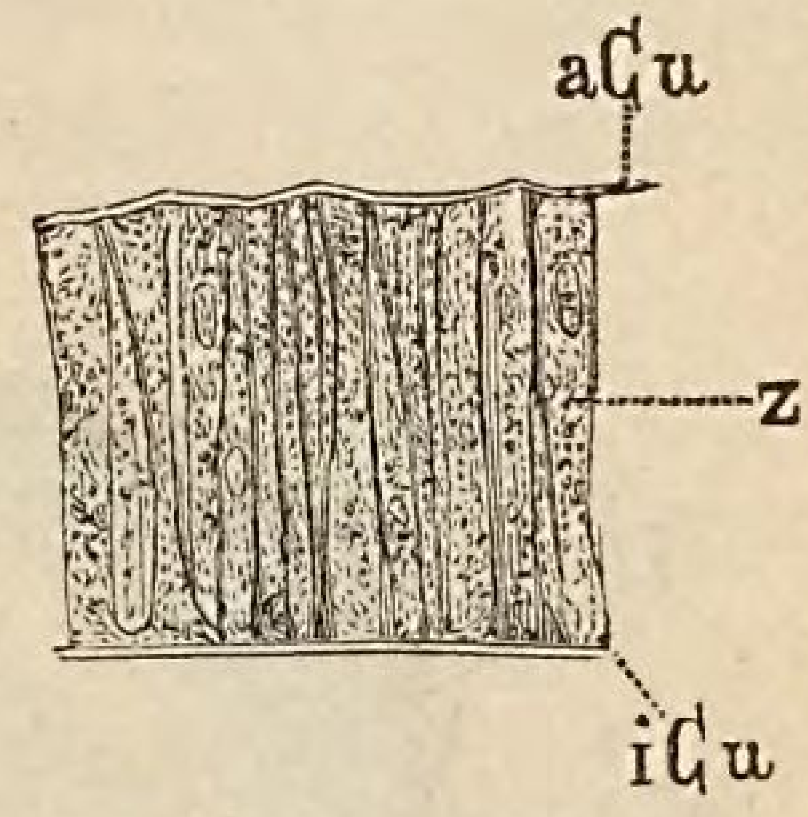


Fig. 198.
Stück eines Querschnittes der Flügelscheibe einer Musciden-larve.
z Cylinderepithel, aCu äußere Cuticula.
(Original.)

Aus diesem Verhalten, sowie aus dem Umstande, daß diese epithelartige Zelllage alsbald eine ziemlich dicke Chitinhülle absondert, kann man schon schließen, daß man es mit Gebilden zu thun hat, aus welchen sich später das Integument oder die Haut der Fliege zusammensetzt.

Aeußerst lehrreich für dieses schon ans Ende der Larvenperiode fallende Stadium ist unser mehr besprochener Querschnitt in Fig. 199. Rings um das vom Speiserohr (sp) durchbohrte Gehirn (oG) sieht man zunächst die Augenkeime (Au). Dann an den Seiten, neben den Tracheen (Tr), die Beinscheiben (B), und zwar die links als scheinbar soliden knospenartig an der Trachea hängenden Körper, während die rechte, mitten durchschnitten, im Innern ein auch von Ganin erwähntes halbmondförmiges Lumen zeigt. Oben, bei Fl, hat man endlich die flachen gleichfalls hohlen Rückenscheiben, aus denen später die Flügel hervorsprossen. Der Schnitt zeigt zugleich, daß

diese im Innern der Larve zerstreuten Keime mit der Haut derselben in gar keiner direkten Verbindung stehen.

Was nun die eigentliche Gestaltung oder Modellirung dieser Keime betrifft, so wollen wir uns vorläufig nur auf die Beinanlagen beschränken. Die Sache beruht auf einfacher Flächenvergrößerung und Flächenfaltung, also auf einem

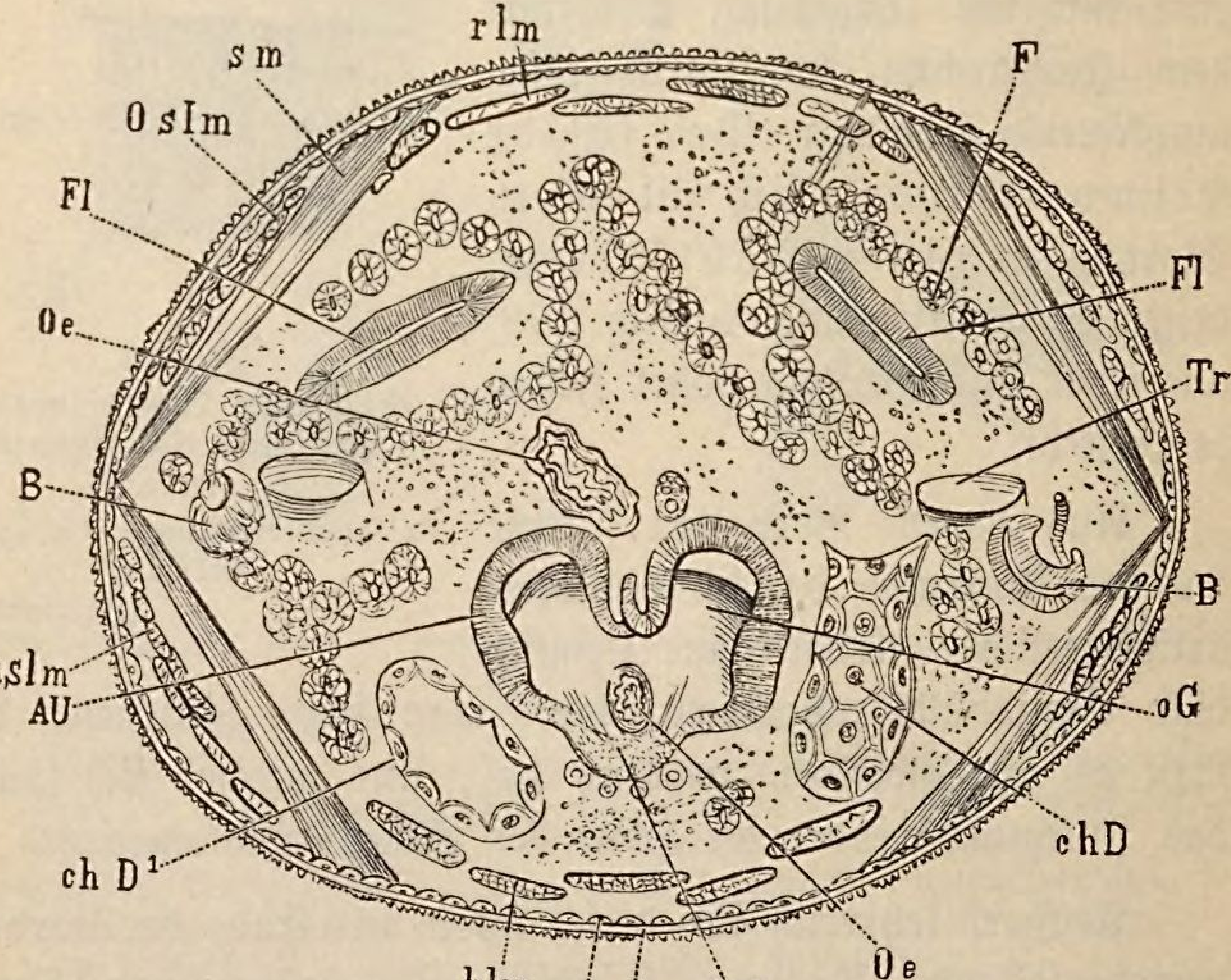


Fig. 199.

Princip, das bei allen solchen Bildungsvorgängen die Hauptrolle spielt.

Am Zwillingskeim in Fig. 199* B bemerken wir auf jeder Scheibe einige concentrische Linien, die Andeutungen der ersten Flächenbiegungen. In C, einem spätern Stadium, bildet dann die Außenseite des Keimes schon ein ganzes System von Ring=

falten, die, durch entsprechende Furchen von einander getrennt, am Querschnitt das Bild einer Wellenlinie geben. *Dies ist nun gleichsam das Rumpfstück sammt dem gegliederten Beinanhang in der Horizontalprojektion.* Der Saum der Scheibe entspricht nämlich der Brustwandung, während die innern Zonen folgeweise die Glieder des Fußes d. i. des Femur (Fe), der Schiene (Sch) und des Tarsus (Fu) darstellen und der centrale Kern des Ganzen die Spitze des

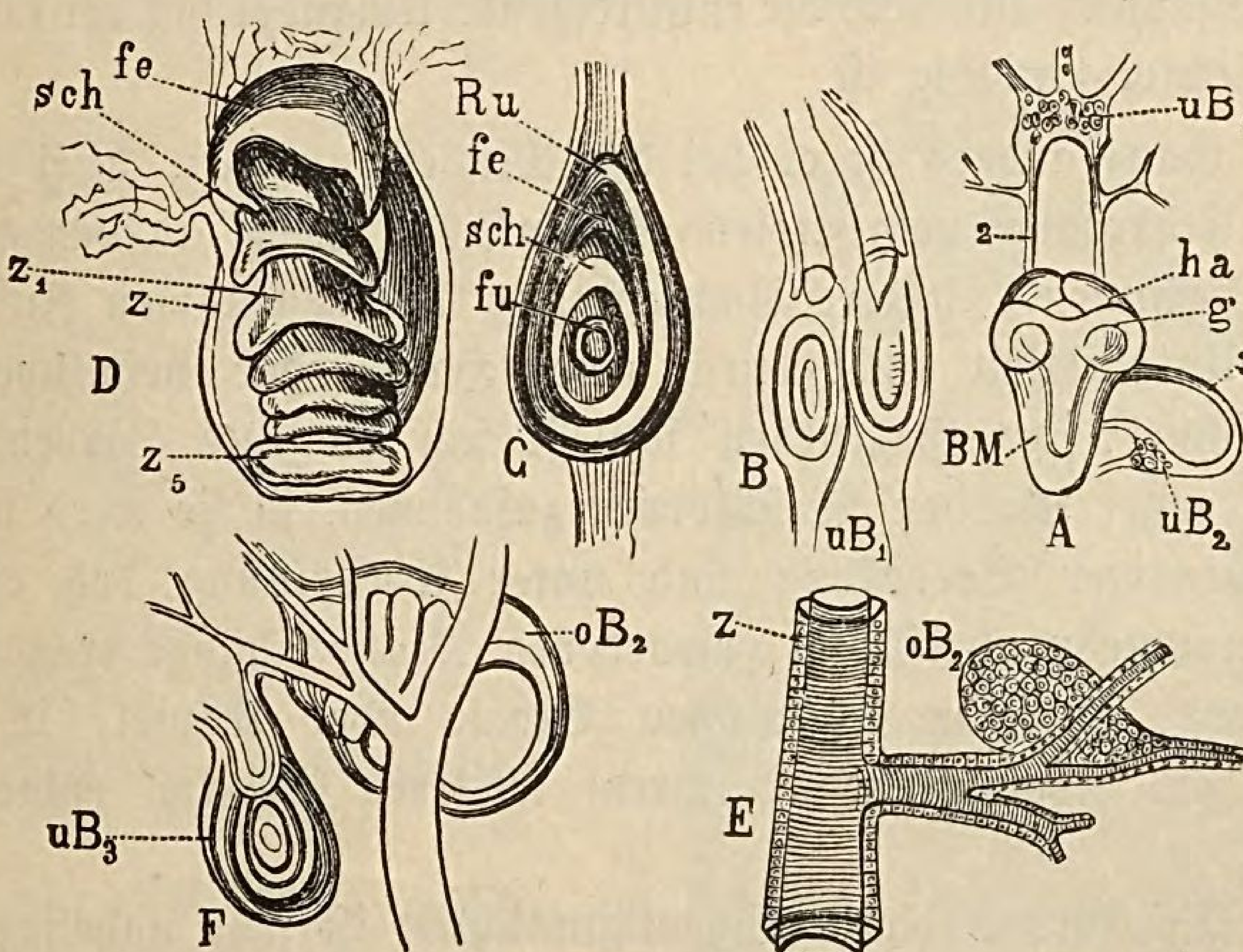


Fig. 199*.

letztern bezeichnet. Denkt sich der Leser nun statt dieser gefalteten Platte eine elastische Uhrfeder, deren innere Windung er in die Höhe zieht, so hat er auch eine ungefähre Vorstellung davon, wie allmälig aus der flachen Scheibe der in D abgezeichnete Anhang herauswächst.

Dies sind indeß Vorgänge, welche schon in die nächste Periode fallen.

b) Zerstörung des Larvenkörpers, Aufbau und Vollendung des Imago in der Puppe.

Wenn die Larven der metabolischen Insekten als solche ihre Lebensaufgabe vollendet haben, d. h. wenn sie aufhören zu fressen und neues Bildungsmaterial aufzuspeichern, so legen sie auch in der Regel alsbald ihre Larventracht ab und zeigen sich in einer dem reifen Insekt ähnlichen Gestalt, d. i. als Puppe, welcher letzteren zur völligen Imaginalisirung hauptsächlich nur noch die entsprechende Umänderung der innern Einrichtung nöthig ist.

Ganz anders ist es bei den Muscidenmaden. Hier wird der Uebergang vom freien oder aktiven Leben in den durch die beginnende innere Umwandlung herbeigeführten Zustand der Unthätigkeit nicht durch einen Haut- oder Gestaltwechsel bezeichnet; im Gegentheil schließt sich die alte Larvenhülle noch enger um den Weichkörper zusammen, ja sie wird unter gleichzeitiger Verdickung und unter Einstülpung des ersten die nunmehr überflüssig gewordenen Mundanhänge tragenden Ringes, zu einer förmlichen Schale oder Kapsel, in der nun die „Tonnenpuppe" ihrem weiteren Schicksal entgegengeht.

Der Grund dieser Eigenthümlichkeit ist sehr naheliegend; sie beruht nämlich darauf, daß zur angegebenen Zeit das, was an die Stelle der Larve treten soll, nämlich der präimaginale Körper oder die Puppe, äußerlich noch nicht ganz fertig ist, indem sie noch keine eigene zusammenhängende Leibesdecke besitzt, sondern aus den unverbundenen Stücken der Imaginalkeime besteht. Würde nun trotzdem die Larvenhaut entfernt, so würde der seines äußeren Gefäßes beraubte Puppenleib einfach auseinander fallen.

Ja, weshalb aber wird der Larvenbalg nicht wenigstens dann gesprengt, wenn, was in wenigen Tagen

geschehen, die Puppe bereits ihre eigene zusammenhängende Haut hat? Die Antwort darauf ist einfach die, daß, abgesehen vom defensiven Charakter einer solchen accessorischen Bedeckung, bei der sofort eintretenden Zerstörung des innern Larvenleibes die Organe, wir meinen die Muskeln fehlen, um diese Arbeit auszuführen.

Aber betrachten wir nunmehr die weiteren Vorgänge in diesem seltsamen Doppelkörper.

Einen schönen Ueberblick über den ersten Zustand der Larven-Puppe gibt der Längsschnitt in Fig. 200. Da sehen wir äußerlich zunächst die Larvenhaut, und zwar 1) die dicke Chitinlage (cu), 2) die zellige Weichhaut (z) und 3) den Muskelschlauch (m). Das Innere zeigt zwei Abschnitte: einen vordern selbständigen Körpertheil, d. i. den Vorderleib des Imago, und dann einen hintern, der mit der Larve zusammenfällt.

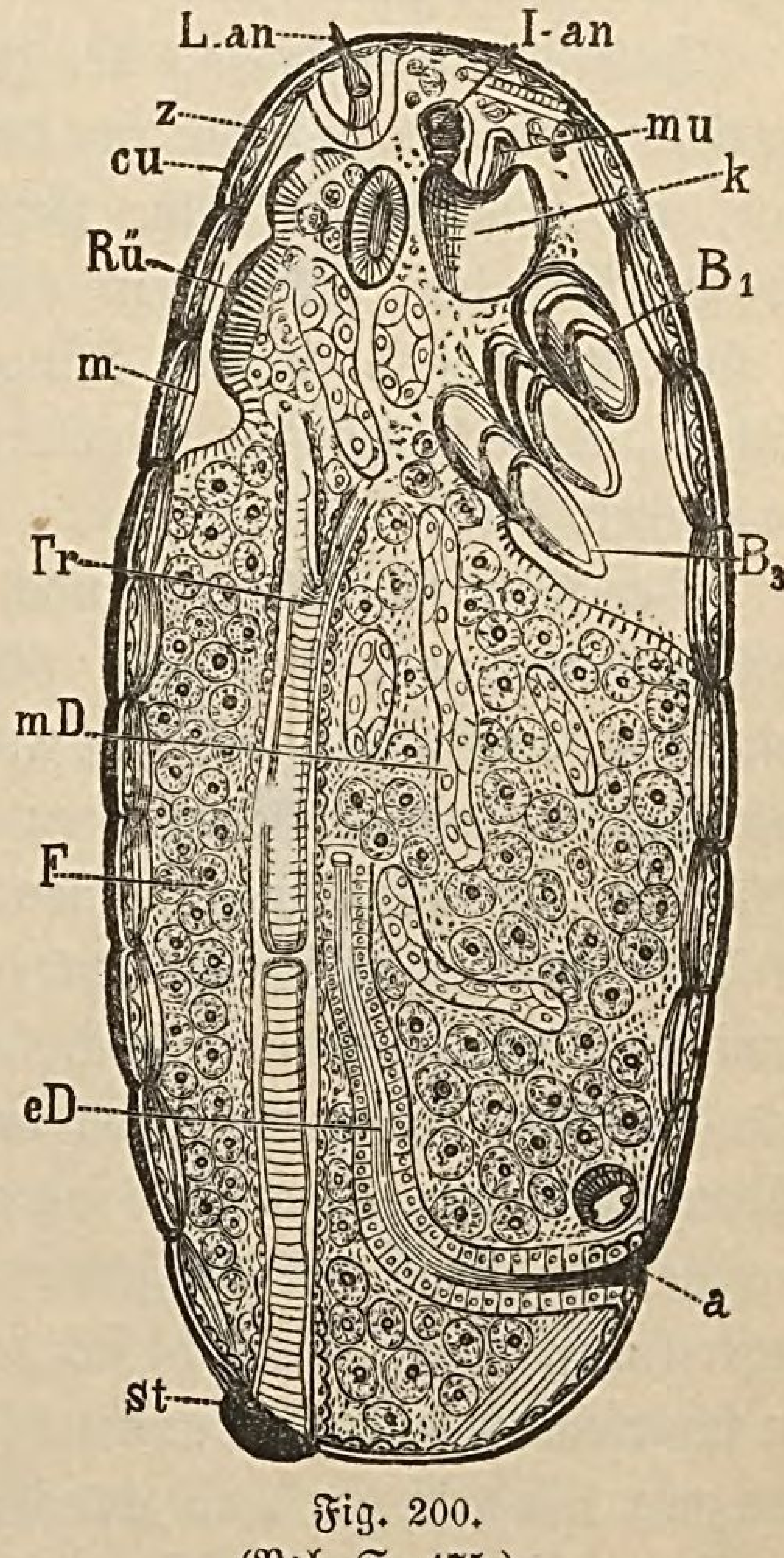


Fig. 200.
(Vgl. S. 475.)

Zwischen dem selbständigen Puppenvorderleib und der allgemeinen Hülle finden sich aber noch gewisse der Larve angehörige Weichgewebe: z. B. Blut, Fettzellen u. A. Ganz vorne bemerken wir ferner, daß die Weichschichten der Larvenhaut, d. i. Epidermis und Muskeln, in Zerfall

begriffen sind. Diese Zerstörung dehnt sich dann sehr rasch auf die ganze dem Puppenvorderleib entsprechende Zone aus.

Man beachte nun aber vor Allem, daß diese und die gesammten übrigen außerhalb des Puppenvorderleibes befindlichen Gewebstrümmer nach und nach in das Innere des letztern übergeführt werden, daß also auch bei dieser Umwandlungsart kein Plasma, kein Bildungsstoff verloren geht, sondern die Masse des Imago vollständig jener des ausgewachsenen Larvenleibes entspricht.

Sobald nun alle von der Zerstörung des alten Gebäudes herrührenden Materialien in den innern Neubau übertragen sind, ist auch der wichtige Zeitpunkt zur Verschmelzung der 12 Brustscheiben gekommen. Sie bilden nun ein Ganzes in Gestalt eines dreifachen Ringwulstes, der vorne offen und hinten auf noch nicht ganz erklärte Weise mit der Larvenhaut verbunden ist.

Der Kopf (K) aber befindet sich, was in derselben Figur nachzusehen, noch innerhalb dieses Brustgehäuses. Derselbe besteht anfangs (vgl. auch Fig. 196 o G) aus zwei tellerartigen das Gehirn seitlich bedeckenden anscheinend doppelblätterigen Scheiben, die allmälig zu einer faltigen Kapsel, der „Kopfblase", verwachsen, welche letztere aber vorne behufs Aufnahme gewisser Zerfallsprodukte noch lange Zeit offen bleiben soll.

Aus besondern Ablegern der Kopfscheiben (Fig. 196 An) bilden sich dann, aber viel später, der Vorderkopf, sowie die gewissen Anhänge, wie die Fühler (Fig. 200 I an) und die Mundtheile (mu). Daraus ergibt sich auch, daß alle diese Theile, im scharfen Gegensatz zu andern Insekten, keinerlei direkten Bezug weder zu den gleichnamigen Larven- noch zu den Embryonalorganen besitzen, und daß sich also die Tonnenpuppe der Musciden auch in dieser Hinsicht als ein wahres Doppelwesen herausstellt.

Um gleich diesen Theil, wenigstens äußerlich, fertig zu machen, sei kurz bemerkt, daß die Kopfblase etwa gegen Ende der ersten Puppenwoche unter Zusammenziehung des Brustkastens aus dem Innern des letztern herausgepreßt und an ihre definitive Stelle befördert wird.

Es wurde schon oben betont, daß gleichzeitig mit der Entwicklung und Vereinigung der den äußern Rohbau des Puppenvorderleibes bildenden Stücke gewisse peripherische Larvengewebe in Verfall gerathen. Weit größere Dimensionen nimmt aber der Proceß der Auflösung im Innern an. Hier wird mit alleiniger Ausnahme des centralen Nervensystems Alles zerstört, Alles zertrümmert und sozusagen kein Stein auf dem andern gelassen, wobei indeß hervorzuheben, daß dieser Umsturz oder diese Desorganisation nicht alle Theile zugleich ergreift.

Die Zerstörung betrifft 1) die Hautmuskeln und die Hautnerven, 2) das gesammte System der Luftröhren, 3) gewisse Darmtheile und 4) endlich den Fettkörper.

Die bezeichneten Organe lösen sich zunächst in ihre Elementartheile auf, welche letztern dann später gleich den vorwiegend faserigen Geweben, den Muskeln und Nerven, einem vollständigen molekularen Zerfall unterliegen.

Wird nun das früher ganz klare Blut schon durch die Beimischung dieser Zerfallsprodukte in hohem Grade verunreinigt, so nimmt die Leibesflüssigkeit, sobald erst die Zellen des Fettkörpers ihren Inhalt entleeren, ganz und gar eine milchig-bräuige Beschaffenheit an und die Larvenpuppe kann nun faktisch einem mit Dotter erfüllten Ei verglichen werden.

Was nun die in diesem „Gewebebräu“ vorkommenden und äußerst mannigfaltigen Elementargebilde betrifft, so fand Weismann darunter auch ganz eigenartige Bläschen, die er (Fig. 202 A) als „Körnerzellen“ bezeichnet. Körnerzellen deshalb, weil sie die den Embryonalzellen vergleichbaren

Grundelemente oder Bausteine sein sollten, aus welchen die neuen Imaginalorgane gebildet würden.

Die große Frage ist nun aber die, ob auch diese Elementarbestandtheile der künftigen Neugebilde von Grund aus neu geschaffen werden, oder ob hiezu nur gewisse Ueberreste der früheren Gewebe zur Verwendung kommen.

Während u. A. Auerbach zur letztern Anschauung hinneigt, nimmt Weismann selbst eine rein endogene Neuerzeugung an, und zwar glaubt er sich überzeugt zu haben, daß die betreffenden Zellen durch Aggregirung oder Ansammlung jener Plasmakörnchen entstehen, welche vom molekularen Zerfall der obgenannten Larventheile herrühren.

Bevor wir nun aber auf die Constituirung der bleibenden oder imaginalen Neubildungen eingehen, müssen wir den Leser noch auf eine merkwürdige provisorische Einrichtung aufmerksam machen.

Bekanntlich ist die Puppe kein selbständiges Lebewesen, sondern nur ein Uebergangszustand, und demgemäß besitzt sie auch im Allgemeinen keine eigene Einrichtung oder Organisation, und die verschiedenen Theile, welche man in ihr findet, sind lediglich entweder Ueberbleibsel der Larve oder solche Neugebilde, welche für das Imago vorbereitet werden.

Um so auffallender ist es nun, daß speciell die Musciden-Puppe mit einem innern Apparate ausgerüstet ist, welcher weder bei der Larve, noch bei der Fliege vorkommt, der somit ausschließlich ihr allein angehört.

Es ist dies ein ganz eigenartiges Tracheensystem, also eine Ventilationsvorrichtung, durch welche, auch während dieser destruktiven Periode, die erforderliche Oxydirung oder Durchsäuerung der in beständiger Umsetzung befindlichen Gewebe bewerkstelligt wird.

Der Apparat selbst besteht im Wesentlichen aus einem Paar Hautspalten oder Stigmen am 2. Leibesring (Fig. 195 st S. 537),

die schon an der Larve und zwar nach der ersten Häutung sichtbar sind, und dann aus zwei „pferdeschwanzartigen“ Büscheln feiner Röhren, welche ganz frei in der Leibesflüssigkeit fluctuiren und die aus den umgeänderten d. i. durch den Wegfall der Hinterenden verkürzten Längsstämmen (Fig. 195 Tr) entspringen.

Vor den Beginn der eigentlichen Neubildungen fällt noch ein anderer wichtiger Vorgang, nämlich die Umwandlung des Darmkanales. — Eingeleitet wird dieselbe durch die gänzliche Zerstörung des Schlunddarmes, dessen excrementartige Zerfalls-

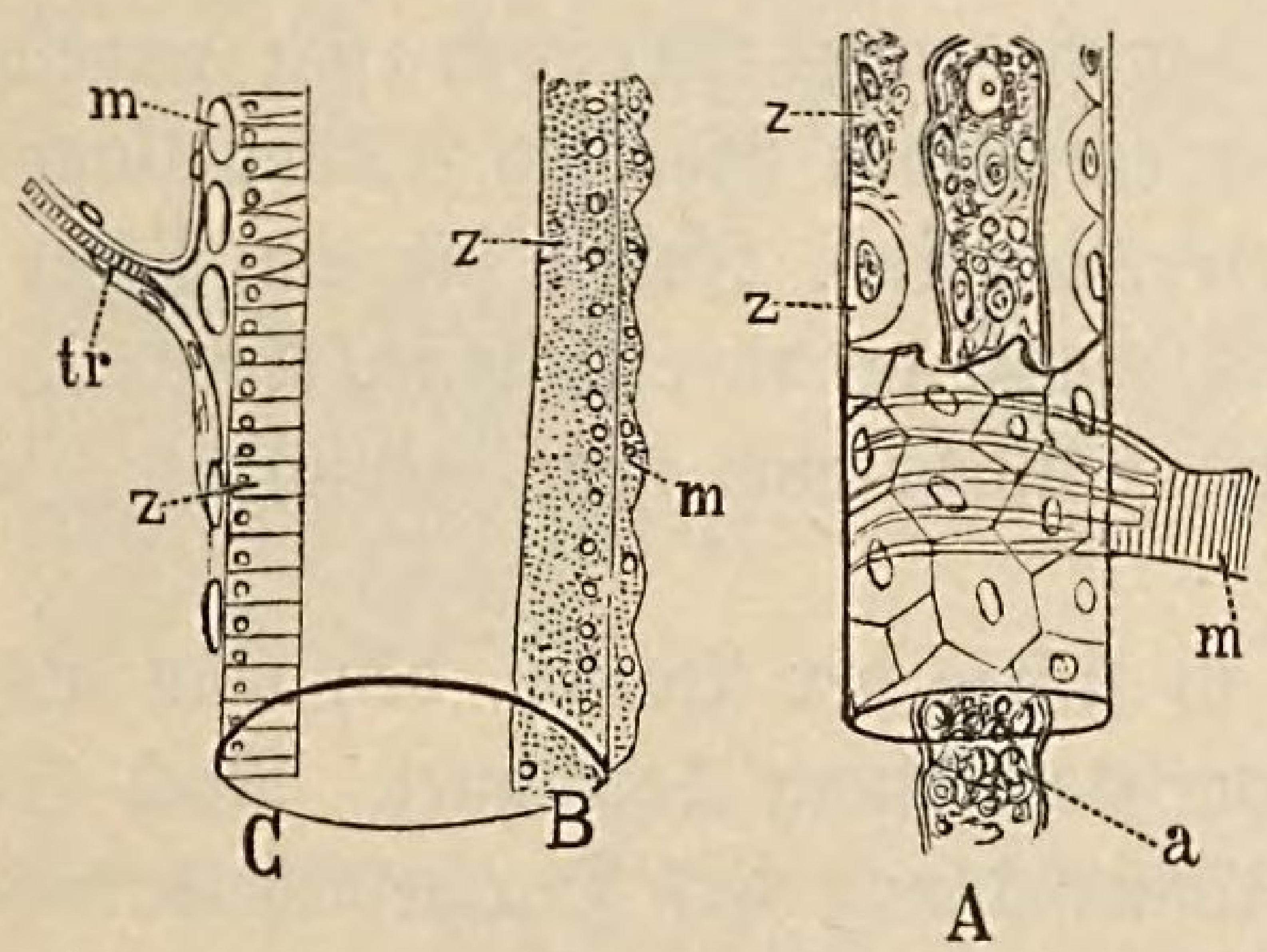


Fig. 201.
Zur „Histolyse“ des Mitteldarmes der Schmeißfliege (nach Weismann).
A Stück des Larven- resp. Puppendarmes. z Epithel, m dasselbe überspinnende Visceralmuskeln, a wurstartige Inhaltsmasse, aus der Zerstörung des Vorderdarmes, z Epithelzellen in der Verfettung und Auflösung begriffen.
B, C Darm in der Neubildung. Rechts z Epithel-, m Muskelblastem; links beide Gewebsschichten schon ausgebildet, tr den Darm umspinnende Tracheen.

produkte (Fig. 201 A a) in den Mitteltrakt gelangen, um dann schließlich von der Fliege aus dem After ausgeworfen zu werden.

Die Umbildung des letztern, d. i. des Mitteldarmes, bezieht sich nun keineswegs bloß auf die äußere Form, sondern es handelt sich dabei zugleich um äußerst merkwürdige durch die Figuren 201 A, B und C kurz zu erläuternde Strukturveränderungen.

A zeigt zunächst ein Stück Larvendarm mit dem charakteristischen großzelligen Pflasterepithel, das hier von einem in viele Aeste aufgelösten Eingeweidemuskel (m) umspannt wird. Bei z an derselben Figur bemerken wir ferner, wie einzelne dieser Darmzellen unter fettiger Entartung und Platzen der Zellhaut ihren Inhalt entleeren und zerfallen. Auf diese Art verwandle sich schließlich die gesammte zellige Darmwand in eine dem „Blastem“ des Embryo ähnliche homogene Substanzlage.

Letztere sieht man in B und bemerkt darin eine Reihe von Kernen, von denen es Weismann ungewiß sein läßt, ob sie ganz neu entstanden oder als Abkömmlinge der Larvenzellkerne zu betrachten sind. Indem sich nun später das Plasma dieses Bildungslagers um die erwähnten Kerne in kugelförmige Ballen sondert, entsteht eine neue Zellschichte, wie sie bei C skizzirt ist.

Dies ist in Kürze der Proceß, den man als „Hystolyse“ d. i. als Gewebsauflösung bezeichnet. Nach Ganin würde dagegen die Umwandlung des Darmepithels weder hier noch bei andern metabolischen Insekten auf einem gänzlichen molekularen Zerfall der alten Darmzellen, sondern lediglich auf einer Theilung einzelner Larvenzellen beruhen, während nur der Rest gänzlich zu Grunde gehen sollte.

Nun kämen wir endlich zu den eigentlichen Neubildungen, müssen aber auch gleich erklären, daß wir uns hier bei der ganz außerordentlichen Mannigfaltigkeit und Complicirtheit der einschlägigen Vorgänge nur auf einige Andeutungen beschränken.

Daß die Anlage und die Vollendung der innern Einrichtung der Fliege ein äußerst langwieriger Proceß ist, geht schon daraus hervor, daß dieselbe, während der äußere Rohbau in circa 8 Tagen fertig ist, von da ab noch wenigstens 12 Tage in Anspruch nimmt, sowie denn überhaupt,

was bei einer so allgemeinen und intensiven Umwälzung auch leicht begreiflich, die Periode der Puppe mehr als doppelt so lange wie jene der Larve dauert.

Am eingehendsten ist von Weismann die Neubildung der Muskeln studirt.

Gegenüber der schon oben berücksichtigten Ganin'schen Auffassung, nach welcher die Hautmuskeln aus den Imaginal-

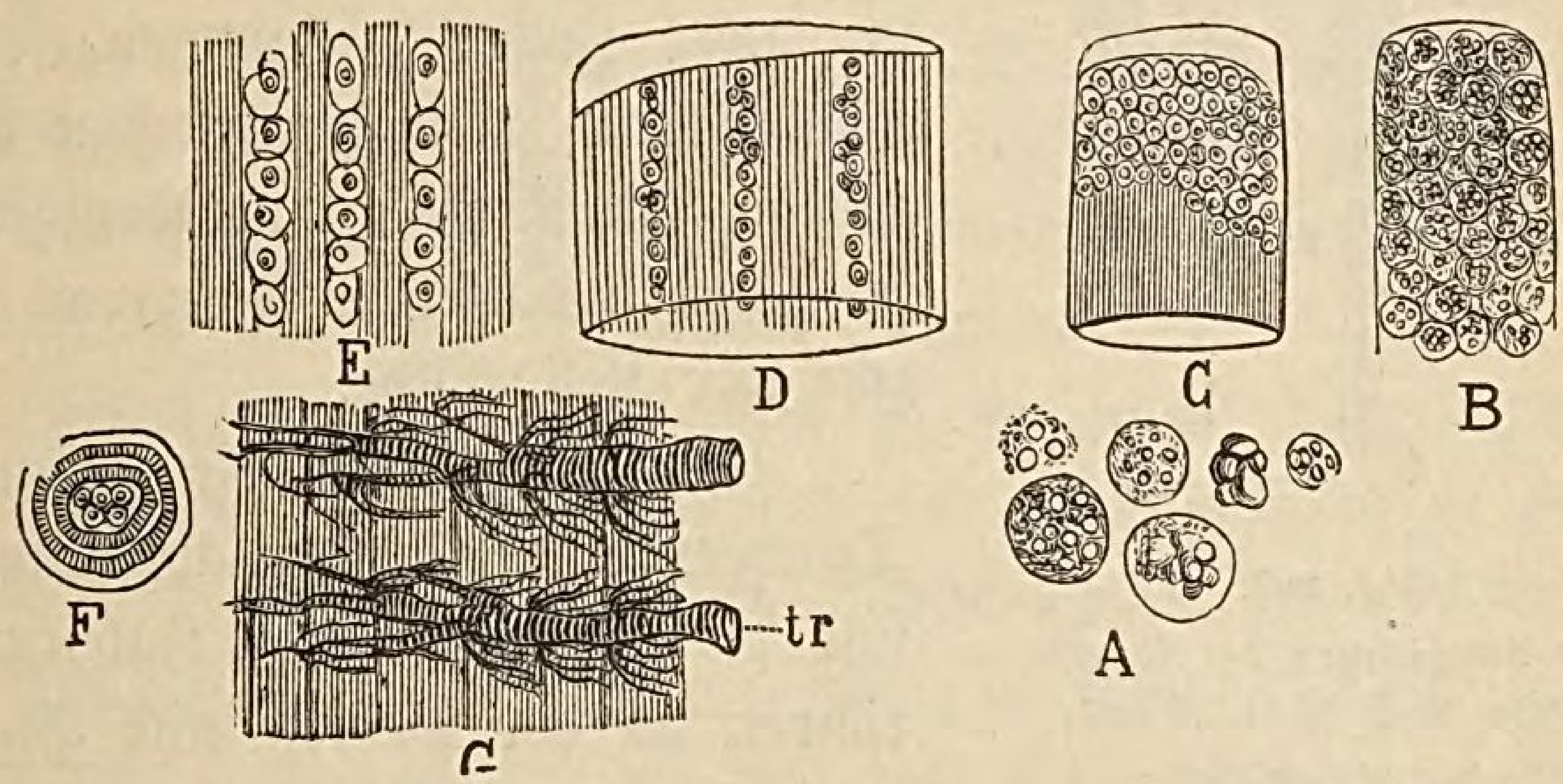


Fig. 202.

Zur Entwicklung der Brustmuskeln der Schmeißfliege (in der Puppe). Nach Weismann.

A „Körnchenkugeln" und Zellen des in der Umbildung begriffenen Puppenleibes.
B Strang von Körnchenkugeln als erste Anlage eines Muskels.
C Strang von Kernen, in contraktiler (Fleisch)substanz.
D Weiteres Stadium, wo die Kerne in Gestalt von Säulen zwischen der schon fibrillär gewordenen Fleischsubstanz liegen.
F Querschnitt eines in der Entwicklung begriffenen Muskelprimitivbündels. Zu äußerst die Muskelscheide, dann zwei Mäntel von Muskelsubstanz, in der Mitte die Kernsäule.
E Muskelbündel, dazwischen Zellsäulen, aus denen die feinen Muskeltracheen entstehen.
G Muskelbündel mit ausgebildeten Tracheen (tr).

scheiben entstünden, ist zu betonen, daß nach Weismann die diversen Vorderleibsanhänge, wie z. B. die Beine, anfangs ganz hohl d. i. nur mit einer „klaren" Flüssigkeit erfüllt sind, und daß ferner ihr späteres Binnengewebe von eingewanderten Körnerzellen herrührt.

Besonders interessant ist die Bildung der Brust- resp. der Flügelmuskeln, worüber Fig. 202 sammt Erklärung einigen Aufschluß gibt.

Man beachte dabei, daß zwischen den einzelnen Faserbündeln (D, E) säulenartige Reihen von Körnerzellen sich erhalten, welche den überaus zierlichen die Muskeln umstrickenden Tracheen (G) den Ursprung geben. Sonst entstehen die letztern in aus Zellen zusammengesetzten Hohlröhren, sowie die feinsten Endzweige, nach Weismann wenigstens, im Innern einzelner sternartig verzweigter Zellgebilde.

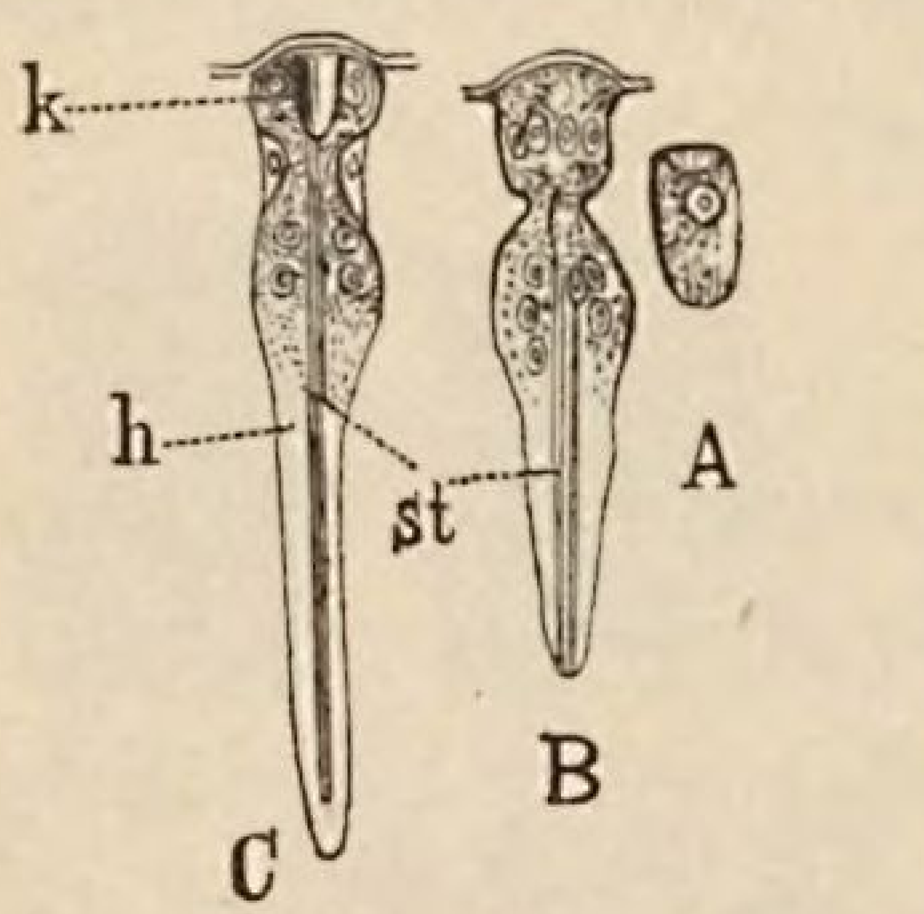


Fig. 203.
Zur Entwicklung der Augentheile, nach Weismann.
A Zelle der Augenscheibe.
B Dieselbe in die Länge gewachsen und in zwei Abschnitte, den dioptrischen und perceptiven, getheilt.
C Dieselbe, noch mehr differencirt. Im vordern Abschnitt außen die Cornea, innen der Krystallkegel (k); im hintern der Nervenstab (st), in der Hülle (h) steckend.

Um gleich auch die gesammte Tracheen-Angelegenheit abzuthun, so sind da vor Allem neue Zuleitungsröhren an der Mittel- und Hinterbrust sowie am Abdomen zu schaffen, was nach Ganin, entgegen der Palmen'schen Ansicht, durch Einstülpung von der Haut her geschehen soll. — Die am Centralnervensystem vorkommenden, hauptsächlich auf Zertheilung oder Decentralisation beruhenden Aenderungen wurden schon eingangs angedeutet. Besonderes Gewicht legt Weismann auf den Umstand, daß das peripherische Nervensystem vollkommen neu angelegt wird und daß somit die Bildungsvorgänge z. Th. ganz unabhängig vom Centralorgan erfolgen dürften.

Indem wir die äußerst complicirte Entwicklung der neuen Sinnesorgane (man sehe allenfalls Fig. 203 nach) auch hier wieder ganz unberücksichtigt lassen, wenden wir uns zum Schlusse noch einmal dem Aeußern d. i. der Körperform zu.

Und da hat denn der Leser, unter nochmaliger Einprägung der Fig. 200 vor Allem auf dies zu achten. Der Leib der Puppe und überhaupt der Imaginalkörper der Musciden setzt sich aus zwei dem Ursprung nach völlig ungleichen Theilen zusammen: aus dem Vorderleibe, der als endogene Neubildung im Innern des Larvenkörpers entsteht, und aus dem Hinterleibe, den die Fliege mit der Larve gemeinsam hat.

Hinsichtlich des letzteren ist noch nachzutragen, daß sich gegen Ende der Puppenperiode die Weichhaut des Larven-Abdomens von der tonnenförmigen Chitinhaut loslöst und unter gewissen, noch genauer zu studirenden Modificationen allmälig die definitive Gestaltung annimmt.

Schließlich bleibt noch Eins zu bemerken, daß nämlich die Weichhaut des Puppenkörpers eine zarte Chitinhaut ausschwitzt, die sich als eine wahre Puppenscheide herausstellt.

Auf diese Art wäre also die Fliege im Innern der Tonnenpuppe von nicht weniger als von drei Chitinhüllen umgeben, nämlich erstens von der eigenen, zweitens von der der Puppe und endlich zu äußerst von jener des Larvenkörpers.

Kurze Uebersicht der verschiedenen Veränderungsarten und Uebergänge.

Trotz unserer mehrfach ausgesprochenen Antipathie gegen alle künstliche Klassificirung erleichtern doch gewisse Unterscheidungen die Uebersicht über die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, und in diesem Sinne wollen wir uns noch einmal und zwar an drei Typen, der Küchenschabe, dem Schmetterling und der Fliege, die wichtigsten Hauptformen der Entwicklung ins Gedächtniß zurückrufen.

Beim ersten Typus (Küchenschabe) ist die äußere Entwicklung nichts Anderes als eine vollkommenere Entfaltung gewisser Weichhautstrecken und kann das Imago selbst einfach

als eine auf eine höhere Stufe der Ausbildung gelangte Larve definirt werden.

In gewissem Sinne gilt dies auch vom zweiten Typus (Schmetterling), nur daß hier zu den Erscheinungen der einfachen und allmäligen Fortentwicklung noch die einer hochgradigen und plötzlichen Umformung hinzutreten, die, im Verein mit correspondirenden Umwandlungen der innern Einrichtung, ein besonderes lebensunfähiges Mittelstadium, nämlich die Puppe bedingen.

In beiden Fällen ist aber das Imago — hinsichtlich des äußeren Bestandes, — ganz identisch mit der Larve, nur daß die beiden Zuständen gemeinsame Weichhaut beim Imago theils entwickeltere und neue, theils mehr weniger veränderte Formen hat.

Beim dritten Typus (Musca) hingegen scheint wenigstens der Vorderleib des Imago nicht mehr identisch mit der Larve, sondern er ist etwas ganz Neues, etwas aus dem Innern der Larve Herausentwickeltes kurzum eine endogene Bildung. Wegen dieser Entwicklungsweise und wegen der totalen Umwälzung des Innern dauert hier auch die Präimaginalperiode am längsten und ist die betreffende „Larven-Puppe“ absolut lebensunfähig.

Das Wichtigste und Interessanteste bei der ganzen Angelegenheit ist aber offenbar nicht die Thatsache, daß es wirklich mehrere und z. Th. wie es scheint grundverschiedene Arten von Entwicklung und Metamorphose gibt, sondern vielmehr die Frage, ob diese besonderen Veränderungskategorieen durch Mittel- oder Zwischenformen in einander gehen und inwieweit sie sich überhaupt als verschiedene Modificationen einer und derselben Veränderungsweise darstellen lassen.

Was nun in dieser Hinsicht zunächst die verlangten Uebergänge zwischen den ersten zwei Entwicklungstypen (Küchenschabe

und Schmetterling) betrifft, so brauchen wir nur einerseits an die stark veränderlichen „Ametabolen" (Cicaden, Eintagsfliegen) und anderseits an die wenig veränderlichen „Metabolen" (gewisse Käfer, Netzflügler) zu erinnern, um den anscheinend so großen Abstand auf das vollständigste auszufüllen. Ueberaus lehrreich ist speciell Corethra, wo die innerlichen Veränderungen, zum Unterschied von den Raupen, ganz allmälig und ohne wesentliche Störung der äußeren Lebensthätigkeit von Statten gehen.

Wo sind aber die Uebergänge zwischen der Falter- und der Fliegen-Entwicklung, d. h. also zwischen der bloßen Umformung und der völligen Neuerzeugung (Neogenese)?

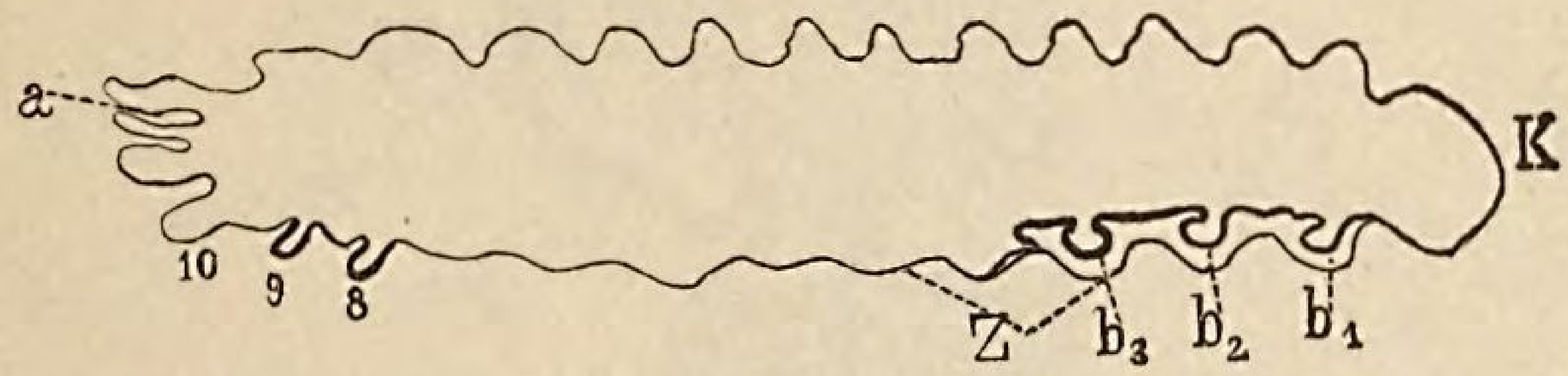


Fig. 204.
Längsschnittcontur (nicht schematisch) einer Hymenopteren(?)-Larve.
Die dünne Contur ist die Weichhaut (Epidermis) der Larve, die dicke bedeutet die innern imaginalen Neubildungen (mit Ausnahme von 8 und 9).
k Kopf, b1—b3 imaginale Beinzapfen, 8, 9, 10 Hinterleibsringe.
(Original.)

In dieser Hinsicht dürfte zunächst eine eigene Beobachtung willkommen sein. Sie betrifft eine mit einem lang-gegliederten Bauchmark versehene (Hymenopteren-?) Larve, bei welcher nicht, wie bei den Fliegen, der gesammte Vorderleib, sondern nur die Brust sich neu zu bilden scheint. — In der naturgetreuen Conturzeichnung (Fig. 204) des einschlägigen Schnittpräparates (v. J. 1875) bedeutet die dünn ausgezogene Linie den Umriß der Larve und speciell k den deutlich abgeschnürten Kopf derselben, während die verdickten Stellen die imaginalen Neubildungen bezeichnen. Von letztern gehören die Zapfen 8 und 9,

d. s. die mehrbesprochenen Anlagen der Legeröhre, der Larvenweichhaut an, während die Brusttheile (b_1, b_2, b_3), unabhängig von letzterer, aus innern Keimen hervorzuknospen scheinen. Ausführlicher zeigt Letzteres die Schnittfigur 205. Lch ist die schuppige Larvenchitinhaut (der Brustregion), lz die zugehörige *aber streckenweise schon zerfallene* Weichhaut. Darunter sieht man dann die mit „Körnerzellen" (kö) erfüllte Leibeshöhle und darin, hinten mit der Larven-

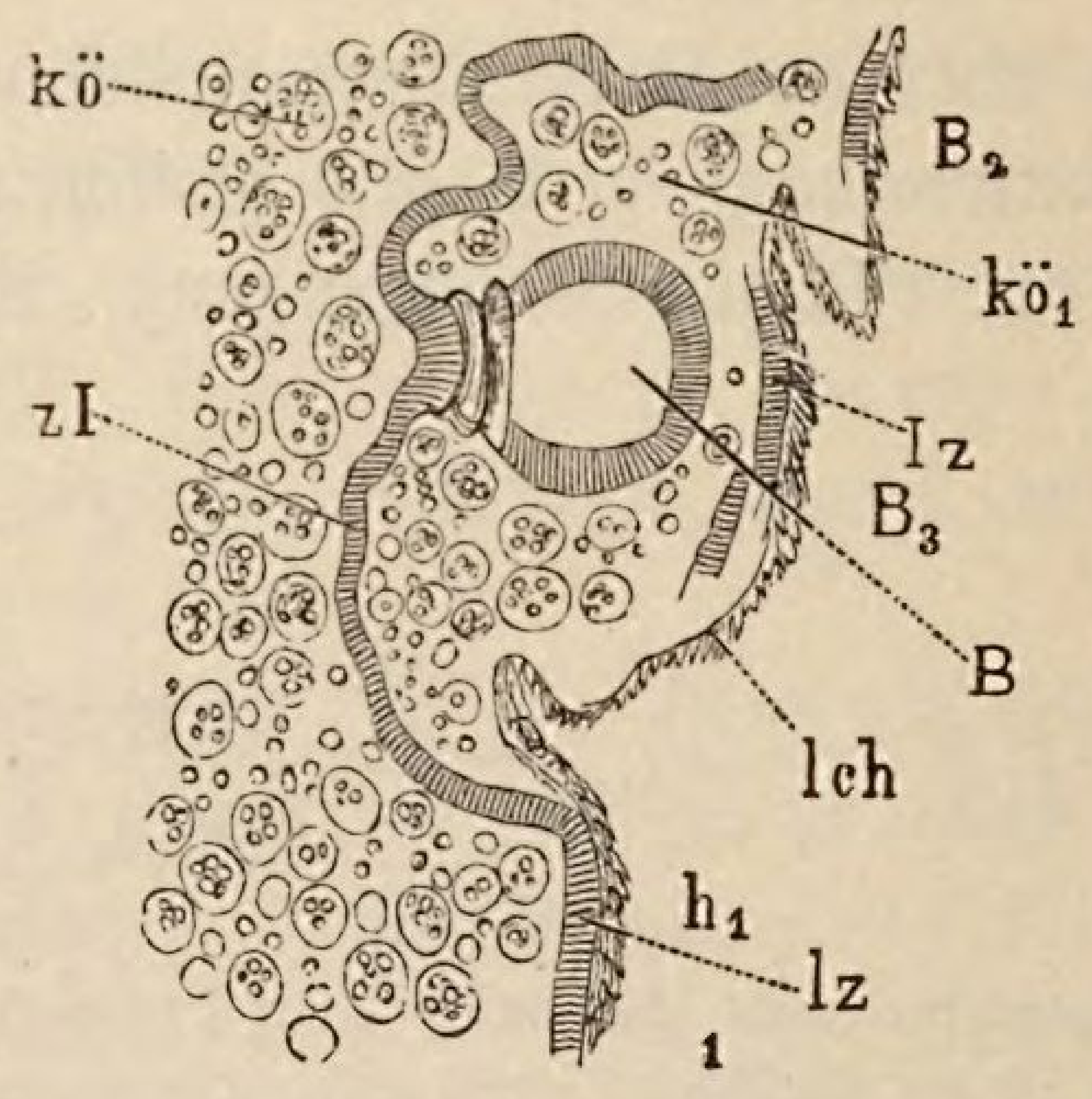


Fig. 205.
Stück Längsschnitt durch die Brust derselben Larve.
B_2 Mittel-, B_3 Hinterbrust, h_1 1. Hinterleibsring, lch Chitinhaut, lz und lz' Zellhaut (Epithel) der Larve, zI Zellhaut des Imago mit der knospenartigen Beinanlage B, kö Körnerzellen innerhalb der Imagohaut, $kö_1$ desgleichen außerhalb derselben, im Raum zwischen ihr und der Larvenhaut.
(Original.)

haut des Hinterleibes verschmelzend, eine zweite Lage von Epithelzellen (zI), d. i. die künftige Weichhaut des Imago. Der knospenartige Vorsprung (B) an letzterer ist nichts Anderes als die *ausschließlich mit klarer Flüssigkeit* erfüllte Beinanlage.

Der Leser sieht aber wohl selbst ein, daß auch mit dieser Beobachtung die große Kluft zwischen der einfachen Metamorphose und der endogenen Entwicklung noch lange nicht ausgefüllt ist.

Man könnte sich nun allerdings mit der Annahme behelfen, daß die innern Keime des Fliegen-Imagos vielleicht doch von tiefgehenden Einsenkungen der Larvenhaut (Fig. 206 E) abzuleiten sind. Eine solche Annahme entbehrt aber **vorläufig** jeglicher Begründung, und so dürfte es doch besser sein, das Vorkommen einer endogenen Insekten-Metamorphose einfach anzuerkennen, als sie mit Gewalt zu einem Vorgang umzu-

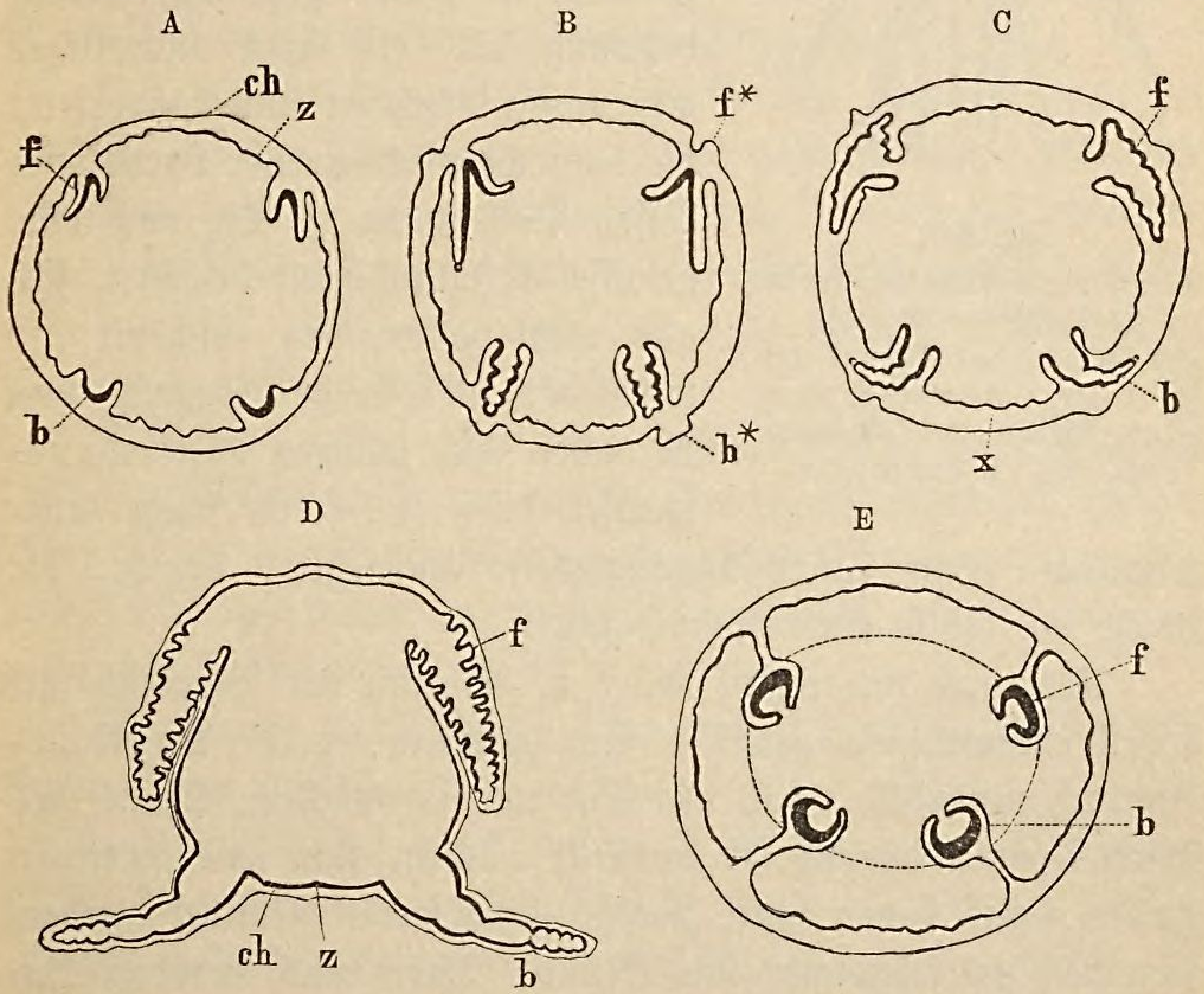


Fig. 206.
(Vgl. S. 496.)

deuteln, der mit den bisherigen Beobachtungen nicht übereinstimmt.

Den in der Zoologie weniger bewanderten Leser müssen wir aber zum Schlusse noch eigens darauf aufmerksam machen, daß es sich bei der allerdings sehr eigenthümlichen

Entwicklungsweise der Fliegen keineswegs etwa um eine ganz isolirt dastehende Erscheinung oder Kuriosität handelt, sondern daß bei gewissen anderen Thieren, z. B. bei den Stachelhäutern (Fig. 207), derartige Vorgänge etwas sehr Gewöhnliches sind.

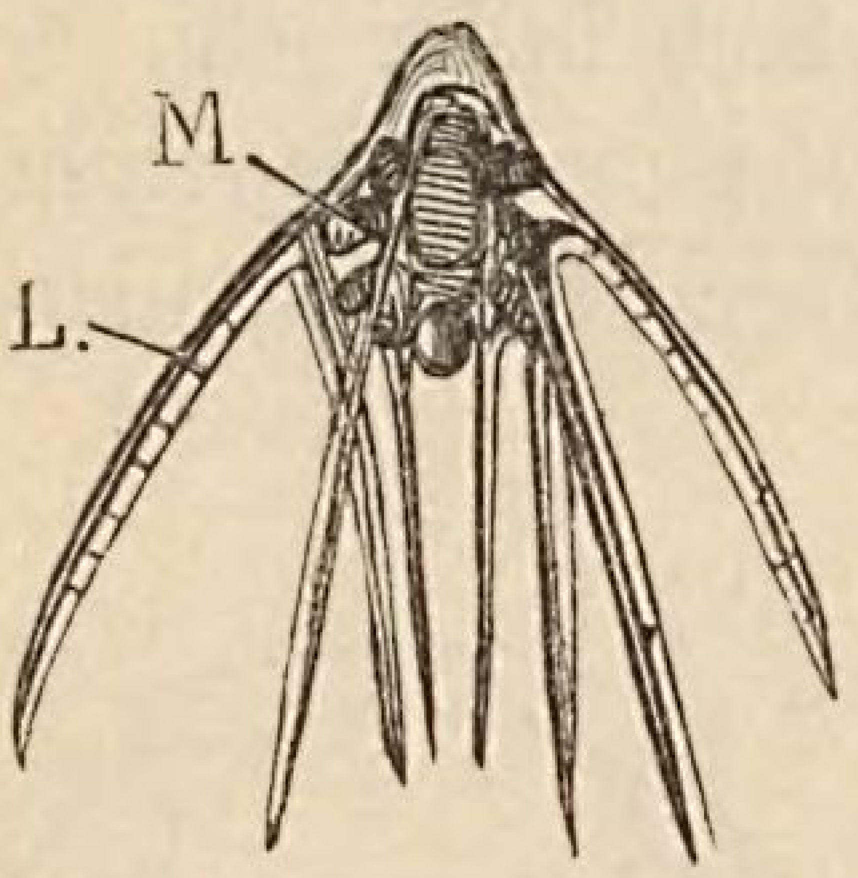


Fig. 207.
Sog. Pluteus-artige Larvenform eines Schlangensternes. Im Umkreis des Magens der Larve die rosettenartig gruppirten Anlagen der Seesternarme (St). L Larvengestell.

Da hier aber einerseits das Geschlechtsthier nicht bloß zum Theile, sondern in seiner gesammten Ausdehnung als ein rein innerliches Erzeugniß erscheint und anderseits die dasselbe producirende Larve nach dessen Vollendung z. Th. noch eine gewisse Selbständigkeit bewahrt, sich also nicht vollkommen erschöpft, so wird der betreffende Vorgang von Manchen als wahrer Generationswechsel d. i. als eine solche Entwicklungs- resp. Fortpflanzungsweise angesehen, bei der die Larve die Rolle einer Amme spielt.

Ueberaus interessant wäre u. A. auch der Vergleich mit der Metamorphose gewisser Saugwürmer, z. B. des Monostomum mutabile, das als Embryo im wahren Sinne des Wortes ein Doppelwesen vorstellt, indem sich jene centralen Zellen, aus denen sonst gewisse Eingeweide gebildet werden, zu einem selbständigen mit Mund, Darm und anderem Zubehör ausgerüsteten Wurm zusammenfügen, während aus dem übrigen peripherischen Materiale wieder ein anderes Geschöpf oder, wie es v. Siebold nennt, der „lebendige Kerker" hervorgeht, in welchem der erstgenannte Wurm eingeschlossen ist.

Dieser anscheinend so wunderbare Fall dürfte auch deutlich genug beweisen, daß man die Entwicklung der niederen Thiere nicht mit dem von den höheren entnommenen Maßstabe messen darf und daß speciell die Vorgänge der Insekten-Metamorphose,

trotz ihrer Mannigfaltigkeit, doch nur ein Glied aus jener großen Kette von Umgestaltungen sind, denen die Thierwelt in ihrer Gesammtheit unterworfen ist.

Zur Erklärung der Metamorphose.

Warum nehmen wohl viele Insekten während ihres Lebens so verschiedene Gestalten und Wesenheiten an?

Die nächste Antwort darauf ist sehr einfach: weil es nämlich bei den Vorfahren derselben auch so war, und der Umstand, daß die gesammte Entwicklung bei den auf einander folgenden Generationen faktisch in sehr übereinstimmender Weise vor sich geht, zeigt uns, daß auch diese Vorgänge unter das Gesetz der Vererbung fallen.

Der Leser merkt aber wohl, daß diese Art von Erklärung nur eine Ausflucht ist und unsere Frage soll eigentlich lauten: Wie sind die Insekten und wie ist deren gegenwärtige Entwicklung ursprünglich oder phylogenetisch entstanden? *)

Da jedoch, wie wohl kaum zu bemerken nöthig, bei diesem Proceß der Insektwerdung Niemand dabei gewesen, so wird selbstverständlich die nachträgliche Darstellung oder Erklärung dieser Begebenheit, welcher Art sie auch immer sein möge, gewisse nicht streng beweisbare Annahmen machen müssen und sonach auch einen rein hypothetischen Charakter haben.

Solcher Hypothesen zur Erklärung der Insekten- und überhaupt der Thierschöpfung gibt es aber vornehmlich zwei, wovon wir die eine kurz als willkürliche oder künstliche, die andere als natürliche Schöpfungshypothese bezeichnen.

---

*) Die gegenwärtige Entwicklung wird nach Häckel als Ontogenese, die historische als Phylogenese bezeichnet.

Kritik der willkürlichen Schöpfungshypothese.

So bezeichnen wir den leider nur allzu verbreiteten Glauben, daß alle Organismen, und also auch unsere kleinen Thierchen, ihr Dasein einer ganz besondern und specifischen Ursache oder Kraft verdanken, die man, anstatt sie wenigstens ganz unbestimmt und nebelhaft zu lassen, noch mit dem besondern Attribut ausstattet, daß alle von ihr erzeugten Bildungen in einem harmonischen, in einem streng planmäßigen oder künstlichen Zusammenhange mit einander stünden, und daß sie ferner in ihrer Art absolut gut und zweckmäßig seien.

In Folge dieser besonderen Bestimmung der „Bildungskraft" kümmern wir uns zunächst gar nicht mehr darum, ob und wie dieselbe die Entwicklung der Insekten zu erklären vermag, sondern fragen einfach, ob es denn bei dieser Gelegenheit wirklich so wunderbar planmäßig hergehe, wie man es uns glauben machen will.

Planmäßig nennen wir nach menschlichen Begriffen jene Entwicklung, bei der das zu Gestaltende, dem Bildwerk eines Künstlers ähnlich, mit jeder Veränderung, die es erfährt, vollkommener d. i. in seinen einzelnen Theilen bestimmter und deutlicher wird und auf diese Weise dem endlichen Ziele oder der Vollendung allmälig und stetig näher rückt.

Prüfen wir nun nach diesem Gesichtspunkte die Entwicklungsweise der Insekten, so macht es häufig in der That den Eindruck, als ob ihr ein streng berechneter Plan, eine wahrhaft künstlerische Idee zu Grunde läge.

Wir erinnern zunächst an die oben skizzirten Vorgänge der Embryonalbildung. Hier vollzieht sich, und zwar auch bei vielen Insekten, deren spätere Entwicklung sehr auffallende Unregelmäßigkeiten zeigt, die Anlage und der Aufbau des Thieres in anscheinend so methodischer und systematischer

Weise, daß man, um mit Huxley zu sprechen, unwillkürlich nach der Hand des Meisters sucht, der dieses Werk vollbringt.

Aber auch die weitere, die postembryonale Entwicklung ist bei manchen Kerfen eine solche, daß sie, wenigstens in den allgemeinsten Zügen und bei einiger Nachsicht gegen kleinere Verstöße, als Beleg für die künstliche Schöpfung verwendet werden könnte. Denn verfolgt man z. B. die einzelnen Bildungsstufen einer Küchenschabe, einer Heuschrecke und überhaupt der meisten „Verwandlungslosen", so muß man gestehen, daß diese Gestaltenfolge nichts Anderes als eine Reihe oder ein System successiver Entfaltungen, Differenzirungen und überhaupt Vervollkommnungen darstellt.

Neben dieser strengen Consequenz und Folgerichtigkeit, welche den Bildungsproceß vieler Insekten zu beherrschen scheint, finden sich aber auch Erscheinungen, die mit dem Principe der vorausbestimmten Harmonie und Vollkommenheit durchaus unvereinbar sind und die daher, da die angenommene Systemmäßigkeit doch jedenfalls eine allgemeine und allumfassende und keine bloß auf gewisse Geschöpfe und gewisse Zustände derselben beschränkte sein müßte, auch über die früher bezeichneten Fälle von scheinbar wirklicher Planmäßigkeit ein neues Licht verbreiten.

Diese wenigstens nach den herkömmlichen Begriffen ganz regel- und zweckwidrigen Erscheinungen beziehen sich nun theils auf einzelne Entwicklungsakte, theils sprechen sie sich, und dies ist von ausschlaggebender Bedeutung, in der Gesammtheit insektischer Bildungen d. i. im „System" dieser Thiere aus.

Disharmonieen der Einzelentwicklung.

Würde ein Bildhauer, in der Absicht die Statue eines Mannes zu modelliren, zuerst die eines Pferdes machen und daraus dann theils durch Ummodelung, theils durch

Wegnahme oder Hinzufügung gewisser Theile sein definitives Werk herstellen, so würde wohl Jeder dieses Verfahren ein völlig unmethodisches und zweckwidriges nennen.

Und doch schlägt die Natur, der die Teleologen die Rolle eines zielbewußten Künstlers zuschreiben, bei der Bildung aller metabolischen Insekten im Wesentlichen denselben, ja oft einen noch weit sonderbareren Weg ein.

Nehmen wir z. B. die Gestaltung des Schmetterlings, so wird man doch zugeben, daß der erste Entwurf, d. i. die Raupe, vom definitiven Gebilde, dem Falter, noch weit mehr verschieden ist als der Organismus eines Pferdes von dem des Menschen.

Aber, wird man sofort einwerfen, die Raupe scheint doch die unbedingt nothwendige Vorbildungsstufe oder Voraussetzung für den Schmetterling zu sein, da sich der letztere stets nur aus dieser Gestalt und niemals aus einer andern, z. B. aus einer Made, aus einer Campodea-Form o. dgl. entwickelt.

Sollte denn aber, fragen wir, die Allgemeinheit in der Anwendung irgend eines Verfahrens schon dessen Zweckmäßigkeit oder gar dessen Nothwendigkeit beweisen? Als ob es nicht auch im Bereiche der menschlichen und wie wir uns schmeicheln durchaus vernünftigen d. i. zielbewußten Thätigkeit genug Methoden gäbe, die eine sehr allgemeine Verbreitung haben (oder hatten) und welche trotz alledem von einsichtigeren Köpfen als unsystematisch und unzweckmäßig verworfen werden.

Um den faktischen Nachweis von der besonderen Zweckmäßigkeit der gegenwärtigen Falterbildung zu liefern, müßte einer die seltene Kunst verstehen, zu zeigen, inwiefern z. B. die Raupenmundtheile die zweckmäßigste Vorbereitung für den Falterrüssel, die kleinen Raupenaugen die besten Vorläufer für die großen u. s. w. seien, und müßte insbesondere noch

nachgewiesen werden, welcher Vortheil für die Modellirung des Falters speciell aus jenen Raupenorganen, z. B. den Stummelfüßen, den Spinndrüsen u. s. w., die am Schmetterling gar nicht mehr vorkommen, erwächst.

Was aber die behauptete Nothwendigkeit der gegenwärtigen Falterbildungsmethode betrifft, so ist es nach den Vererbungsgesetzen vollkommen begreiflich, daß sich der Falter heutzutage aus einem Wesen entwickelt, das wenig oder gar nichts Falterartiges an sich hat; es wäre aber die größte Verhöhnung aller gesunden Logik, wenn man annähme, daß sich unsere Kerfe schon von allem Anfange nur aus Raupen und nicht aus andern, den Faltern ähnlicheren Wesen hätten entwickeln können. Oder, wenn nach dieser Annahme die Bildung des Schmetterlings eine demselben ganz unähnliche Vorbildungsstufe voraussetzt, warum geht dann z. B. die Küchenschabe aus einer Küchenschabe und nicht auch aus irgend einem andern ganz fremdartigen Geschöpf hervor?

Man könnte nun allerdings, um die von uns angegriffene Ehre der „vernünftigen Bildungskraft" zu retten, worauf mich mein werther Freund, der Philosoph Marty, aufmerksam machte, die auf völliger Wesensverwandlung beruhende Falterbildung mit gewissen chemischen Vorgängen analogisiren, wo ja auch unter gewissen Bedingungen ein Körper in einen ganz anderen übergeht; es ist aber zu erwägen, daß der Schmetterling ja nicht aus der Verbindung der Raupe mit einem andern Wesen entsteht, wenn letztere auch, wie später zu zeigen, selbst ein durch gewisse Agentien veränderter und in gewissem Sinne also auch ein zusammengesetzter oder gemischter Organismus ist.

Im Verlauf der Insektenentwicklung stößt man aber nicht bloß auf eine Menge von Vorgängen, die, um gelinde zu sprechen, kaum zur Erläuterung des Zweckmäßigkeitsbegriffes

dienen können; es gibt auch zahlreiche Einzelbildungen oder Organe, die man mit gutem Gewissen als vollständig zwecklos bezeichnen kann.

Was möchte der Leser wohl von einer Entwicklung halten, bei welcher der in der Eischale eingeschlossene Embryo mehr Gehwerkzeuge als das freibewegliche Thier hätte? Er würde dies ohne Zweifel höchst parador und widersinnig finden. Und doch kommt dieser Fall bei den Insekten sehr häufig vor. Der Embryo des Schwimmkäfers und jener der Gottesanbeterin*) z. B. hat mehr Beine als die Larve und als

---

*) Wenn uns Brauer in einer von handgreiflichen Entstellungen und **Unwahrheiten** strotzenden Streitschrift verdächtigt, als hätten wir uns im I. Bd. S. 6 Kowalevsky's Entdeckung der überzähligen Embryonalbeine zueignen wollen (!), so ist an besagter Stelle deutlich zu lesen, daß sich unsere Entdeckung eben nur auf Mantis bezieht, deren Bauchfüße bisher wenigstens noch Niemand erwähnt hat. Eine „handgreifliche Unwahrheit" nennen wir aber die Behauptung Brauer's, daß wir Lubbock's Schrift über den Ursprung der Insekten nicht zu kennen scheinen, da wir doch derselben (I. Bd. S. 124) ausdrücklich gedenken!!! — — P. Mayer's einschlägige Arbeit aber erschien erst nach Uebergabe unseres Manuscriptes (1875). — Ganz unwahr ist ferner, daß wir (S. 66 u. 67) speciell der mit abdominalen Stummelbeinen versehenen Campodea und Japyx eine Springgabel (!!) zuschrieben (wir gebrauchten dieses Merkmal nur zur Charakteristik der Thysanura i. w. S., wie dies u. A. auch Claus thut, und nannten als dem Laien bekannteste Vertreter die [nur z. Th. springgabellosen!] Zuckergäste), während der Ausdruck: „Campodea ist .... eine Larve" offenbar nur figürlich, wie etwa: „Dieser Mann ist ein Kind", angewendet ist. — Wenn uns Brauer (S. 16 seiner Schrift) liebenswürdigerweise auch zumuthet, wir hätten wegen des Nichtcitirens (und Nicht-Kennens?) älterer Anschauungen „die Descendenz der Insekten ganz aus dem Spiele lassen sollen", so dürfte ihm unser nächstens erscheinendes Werk über Embryologie

das vollendete Thier, und noch eclatanter ist der Fall bei jenen Arbeiterameisen, die im ausgebildeten Zustand keine Spur von Flügeln zeigen, bei denen aber, nach den schönen Untersuchungen von Dewitz, die Puppen damit versehen sind.

Wir wären in der That neugierig zu hören, was wohl ein Teleologe zu solchen Ungereimtheiten sagen möchte.

Disharmonieen im Gesammtbestande oder „System" der Insekten.

Wenn zwischen den einzelnen Insektenformen ein solcher Zusammenhang bestünde, daß die nach den morphologischen Principien der Aehnlichkeit gebildeten Systeme der Larven und der Imagines einander genau parallel wären, so würden wir eine solche Ordnung, zumal angesichts der unabsehbaren Mannigfaltigkeit dieser Wesen, in der That als das Werk einer einheitlichen Idee, als den „Ausfluß eines höhern Gedankens" betrachten müssen, ja wir würden uns dann selbst aus den gewissen Widersprüchen bei der Einzelentwicklung weniger daraus machen.

Diese strenge Planmäßigkeit im Gesammtbestande der Insekten existirt aber leider nur im Kopf der Teleologen; die Wirklichkeit dagegen zeigt uns auch hier wieder eine Menge von Incongruenzen und Ungereimtheiten.

Betrachten wir beispielshalber das System der Hautflügler.

---

dieser Thiere doch das Unziemliche seiner Behauptung nahe legen, während wir anderseits nicht umhin können, zu bemerken, daß Brauer's eigene Ansichten, nach welchen z. B. bei den Metabolen allgemein „die vielen Stadien der mit Flügelscheiden versehenen Jugendzustände der Insekten in ein einziges zusammengezogen sind" und „daß von einem wiederholten Vorkommen und Wachsen der Flügel (speciell bei den Larven von Staphylinus) nicht die Rede sein kann", sehr „unheimlich berühren". (Zool. bot. Ges. Wien 1878, S. 164 Zeile 3 v. u.)

Was zunächst deren Imagines betrifft, so kann sich der Leser in jeder größern Sammlung leicht überzeugen, daß dieselben in jeder Hinsicht, namentlich aber in Bezug auf den Typus der Mundtheile, der Flügeladerung u. s. w. eine scharf umgrenzte, eine wahrhaft natürliche Gruppe bilden.

Da nun die Larven im Allgemeinen weniger differenzirte d. i. unterschiedliche Formen haben, so müßte man mit Recht erwarten, daß speciell die der Hautflügler einander ganz außerordentlich ähnlich sein müßten. Indeß findet man das gerade Gegentheil. Die Larven gewisser Hymenopteren, z. B. die der Bienen, zeigen den Madentypus, andere, wie die der Blattwespen, den ausgesprochensten Raupenhabitus.

Wenn man nun auch bezüglich der einschlägigen Darstellung Weismann's (Descendenzstudien II. Th.) darauf hinweisen muß, daß sich einerseits die „Afterraupen" der Hautflügler durch gewisse feinere Merkmale, z. B. in den Mundtheilen, ziemlich scharf von den echten Raupen der Schmetterlinge unterscheiden, während sie sich anderseits eben durch diese und wohl noch durch manche andere mehr versteckte Charaktere an die Madenlarven der Bienen u. s. f. anschließen, so gibt es doch auch ganz isolirt dastehende Formen, wir meinen nämlich solche, die kein Systematiker überhaupt zu den Hymenopteren stellen würde, wenn er nicht zum Vorhinein wüßte, daß sie thatsächlich von solchen abstammen.

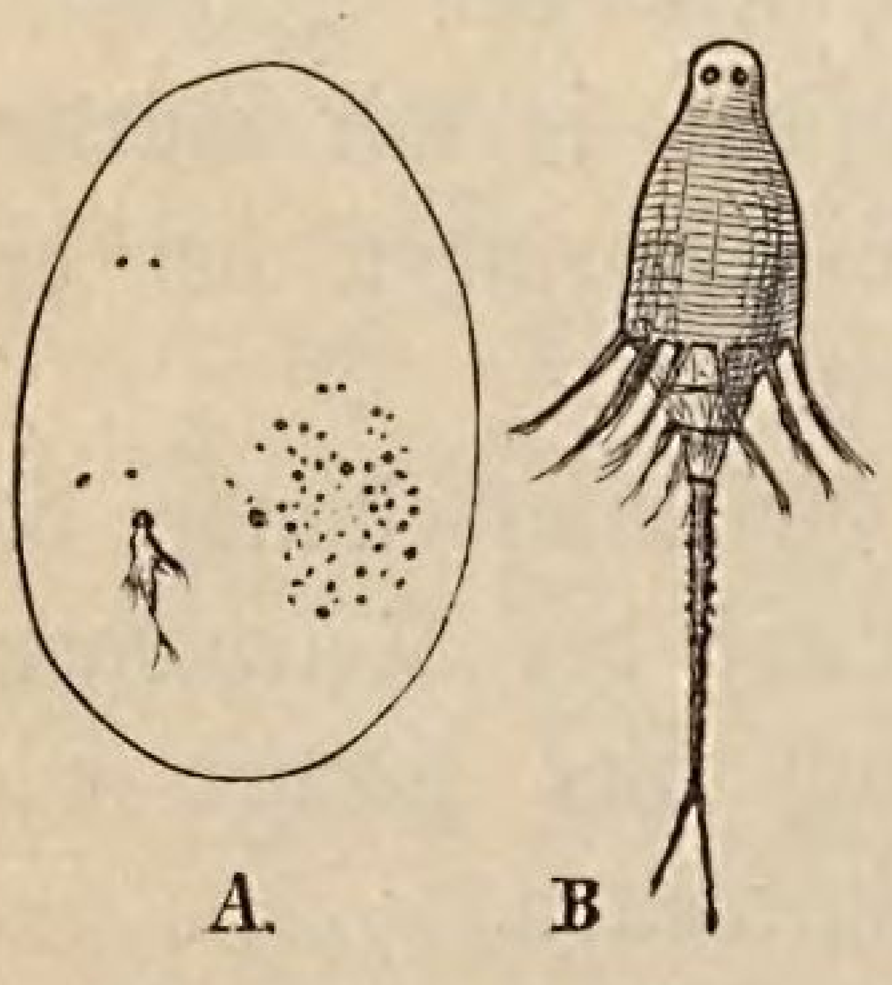


Fig. 208.
In Käfer(Rhynchites)eiern schmarotzende Hautflüglerlarve.

Oder wer, möchten wir fragen, wird es etwa der Larve in Fig. 208 oder den sonderbaren Entwicklungsformen der Pteromalinen (S. 487) ansehen, daß sie wirklich Hautflügler

sind, und welches sollen dann die Merkmale sein, an denen sie sich als solche erkennen oder „bestimmen“ lassen? —

Aehnliche Incongruenzen wie bei den Hautflüglern findet man nun auch bei andern Gruppen, und speciell für die Schmetterlinge hat Weismann in der citirten Schrift den ausführlichsten und überzeugendsten Nachweis geliefert, daß der von der teleologischen Schöpfungshypothese geforderte „Parallelismus“ zwischen den Larven und den Imagines weder im ganzen Systeme noch in den kleineren Abtheilungen zu Tage tritt.

Die wahren oder natürlichen Ursachen der Metamorphose.

Trotz der uns durch den knappen Raum aufgenöthigten Skizzenhaftigkeit unserer Darstellung hat sich der Leser doch wohl überzeugt, daß die Entwicklung der Insekten, vom Standpunkt der bloßen Gestaltbildung aus, sowohl im Einzelnen als in Bezug auf die Gesammtheit der Formenreihen in der That viele Disharmonieen und Ungereimtheiten zeigt, und daß es sonach der größte Widerspruch wäre, diese Regel- und Systemlosigkeit durch das Princip einer künstlichen Schöpfung erklären zu wollen.

Hier ist nun aber gleich von Seite der Teleologen folgender Einwurf zu gewärtigen. Der Schöpfer, werden sie sagen, hatte mit Bezug auf die Regelung der Insekten-Entwicklung ja nicht bloß darauf zu sehen, daß die einzelnen Bildungsstadien unter einander in Harmonie stehen, es kam ihm vor Allem darauf an, dieselben mit den jeweiligen Bedingungen des practischen Lebens in Uebereinstimmung zu bringen.

Nun, und da bekennen wir auch sofort mit Vergnügen, daß manche rein morphologische d. i. auf die bloße Gestaltbildung bezügliche Disharmonieen in der That

durch biologische H a r m o n i e e n a u s g e g l i c h e n, gleichsam corrigirt werden. So ist z. B. die Raupe, wie oben gezeigt, mit Rücksicht auf die Natur des Schmetterlings ein ganz sinnloses, unbegreifliches und paradoxes Geschöpf; als selbständigem Lebewesen aber, allenfalls noch mit dem schönen Beruf, das zur Bildung des Papilio nöthige Material zu sammeln, werden wir ihr alle Anerkennung zu Theil werden lassen.

Damit indessen haben die Teleologen noch lange nicht gewonnenes Spiel. Ganz abgesehen nämlich davon, daß gewisse Vorkommnisse der Insektengenese, wie z. B. die Puppenflügel der flügellosen Arbeiterameisen, die überzähligen Beine der Embryonen u. s. w., gerade von diesem Gesichtspunkt aus betrachtet, absolut unverständlich bleiben, möchten wir uns auch die Frage erlauben, w a r u m d e n n d e r S c h ö p f e r, um die angebliche Harmonie ganz vollkommen zu machen, d a s m o r p h o l o g i s c h e S y s t e m d e r I n s e k t e n n i c h t m i t d e m b i o l o g i s c h e n z u s a m m e n f a l l e n l i e ß, d. h. warum er es nicht so einrichtete, daß z. B. die Larven der Zweiflügler alle parasitisch und madenartig, jene der Hautflügler alle pflanzenfressend und raupenartig ꝛc. wären.

Darauf gibt es aber nur Eine Antwort, nämlich die, daß eine solche Harmonie den übrigen Verhältnissen der Natur widerspricht.

Eine solche Ordnung der Dinge könnte nämlich einzig und allein nur unter der Voraussetzung Bestand haben, daß die Gesammtheit der Existenzbedingungen stets dieselbe bliebe. Nun sehen wir aber tagtäglich mit eigenen Augen, daß letztere einem fortwährenden, wenn auch oft unmerklichen Wechsel unterliegen, während uns die Geschichte der Erde geradezu lehrt, daß der Schauplatz der Lebewelt im Laufe der Zeit mehrfache totale Veränderungen erlitten hat. Und damit sind wir denn auch der Lösung des großen Räthsels nahe gerückt.

Eben das, was die von den Teleologen behauptete Harmonie des ganzen Insektenthums unmöglich macht, d. i. die veränderliche Wirklichkeit, das stellen wir mit Darwin als die letzte Ursache der Metamorphose auf, und suchen demgemäß folgende zwei Fragen zu beantworten:

1) Werden die Insekten wirklich durch den Wechsel der äußern Lebensumstände verändert nnd im Kampf ums Dasein denselben angepaßt?

2) Wie erklären sich nach diesem Principe die Erscheinungen ihrer gegenwärtigen Entwicklung?

I. Beweise der Veränderung und Anpassung.

Die ganze Frage, welche uns hier beschäftigt, wäre selbstverständlich sofort entschieden, wenn es uns gelänge, durch Anwendung gewisser Agentien irgend ein Insekt und dessen Entwicklungsweise in auffallender und bleibender Weise zu verändern oder mit andern Worten eine künstliche Metamorphose herbeizuführen.

In Wirklichkeit aber hat man bekanntlich auf diese Art meist nur geringfügige Veränderungen der Farbe, der Zeichnung u. s. f. erzielt, und wir haben schon früher einmal die Gründe auseinandergesetzt, weshalb wir schwerlich je ausgiebigere Umwandlungen erzwingen werden.

Ist nun auch den bisherigen direkten Beweisen für unsere Annahme kein großes Gewicht beizulegen, so läßt sich doch und zwar auf das Ueberzeugendste die Richtigkeit derselben auf indirektem Wege darthun.

Lehrreich ist in dieser Beziehung zunächst ein Vergleich der verschiedenen Form- und Lebenszustände eines Insektes während der zwei Hauptperioden seiner Entwicklung.

Im Ei, wo dasselbe ein von der Außenwelt fast gänzlich abgeschnittenes Dasein führt, ist die Entwicklung in der Regel eine ziemlich gleichförmige, wenigstens frei von so auf-

fallenden den ganzen Habitus verändernden Umgestaltungen, wie man sie sonst beobachtet.

Mit dem Eintritt ins freie Leben dagegen, wo das Thier bald unter diese, bald unter jene Verhältnisse geräth und selbst bei der denkbar größten Einförmigkeit der Umgebung dennoch, schon in Folge seiner physiologischen Natur, beständig neuen Anregungen und Antrieben ausgesetzt ist, beginnt auch das Unstäte und Veränderliche der Entwicklung. Letzteres ist geringer bei Insekten, z. B. der Küchenschabe, die unter relativ gleichbleibenden oder stationären Umständen aufwachsen; es steigert sich aber (Sitaris, Polynema) in dem Grade, als der Wechsel und der Abstand der Lebensbedingungen (Aufenthalt, Nahrung ꝛc.) zunimmt.

Von großer Wichtigkeit für unsere Frage sind dann die provisorischen Organe, d. h. die gewissen zur typischen oder ererbten Normalausrüstung neu hinzuerworbenen und ganz besonderen Existenzbedingungen entsprechenden vergänglichen Einrichtungen. Sie finden sich in allen Lebensstadien. Am Embryo zunächst gehören u. A. dahin die gewissen Schutzorgane, nämlich die Embryonal- resp. auch die Eihüllen. Ferner eigenthümliche Werkzeuge zum Oeffnen der Schale, wie z. B. der obenerwähnte Mundstachel der Fliegenmade.

Am reichlichsten ist aber die Larve, d. i. das am längsten und am meisten den Einflüssen einer wechselnden und feindlichen Außenwelt unterworfene Stadium, damit versehen. Wir erinnern nur an die tausendfältigen Bewegungs-, Haft- und Schutzorgane, speciell an die Hinterleibshaken der Cicindela (S. 73), an das „maulwurftatzenartige“ Kriechorgan der Chironomus *), an die seltsamen Klammerwerkzeuge der

*) Bei einer jüngst von uns beobachteten Art besteht dasselbe aus einem Paar langer mit einem rauhen Knopf endigender Stiele, welche vollkommen den Afteranhängen gleichen.

röhrenbewohnenden Kärder (Fig. 159 w), an die Dornkränze der Fliegenmaden (Fig. 159 o), sowie von innern Einrichtungen an die Spinnorgane, an gewisse Stinkdrüsen u. a. ganz aparte und nur für einen ganz besondern und eingeschränkten Lebenskreis bestimmte Dinge.

Auch die Puppe hat solche practische Nebenorgane und zwar, was ganz zur Theorie paßt, um so mehr, je mehr sie mit der Außenwelt verkehrt, also je „freier" sie ist. Dies und überhaupt das Wesen der provisorischen Bildungen wird am besten durch eine kurze Vergleichung der Larve und Puppe einer Corethra (S. 492) erläutert. Beide haben eine große Zahl Gemeinsamkeiten: dies ist das Typische, das durch alle Verwandlungen Bestehende und Bleibende. Daneben hat jedes sein Originelles, seine Besonderheiten, wovon wir, um den Unterschied recht deutlich zu machen, nur die Bewegungsorgane hervorheben.

Die Larve (A) nimmt bekanntlich wegen ihrer zwei Tracheenblasenpaare, wovon das eine vorne, das andere hinten liegt, im Wasser eine horizontale Stellung ein. Dem entspricht nun, wie bei einem Fisch, ein verticales Steuerorgan (Fä). Die Puppe (B) dagegen steht, wegen Wegfall der hintern Luftsäcke, vertical im Wasser, und dies verlangt eine (hier in zwei Flügel getheilte) horizontale Schwanzflosse (Fl).

Von andern specifisch pupalen Anpassungen nennen wir noch die gestielten Stigmen der freilebigen Fliegenpuppen, dann gewisse auf den Schutz abzielende Integument-Verdickungen und Rauhigkeiten, wie man sie bei Fliegen, Faltern u. A. beobachtet.

Ganz außerordentlich lehrreich sind dann die Fälle der sog. Con- und Divergenz.

Wir verstehen darunter die schon mehrfach berührte Erscheinung, daß gewisse Entwicklungsstadien und zumal Larven ganz

verschiedener Ordnungen unter ähnlichen Lebensbedingungen den Schein der Gleichheit und umgekehrt systematisch nahestehende und auch innerlich zusammengehörige Formen unter divergenten Umständen den Schein der Ungleichheit zur Schau tragen.

Für beiderlei Anpassungsarten gibt es Beispiele in Hülle und Fülle.

Hinsichtlich der Convergenz erinnern wir zunächst an den Umstand, daß die so ungemein charakteristische und zum bequemen und ruhigen Abweiden der Pflanzen wie geschaffene Raupenform der Schmetterlinge unter meist ganz ähnlichen Lebensbedingungen auch in der Ordnung der Hautflügler (Fig. 208* K), der Käfer und nach den Untersuchungen Brauer's auch bei Netzflüglern (Panorpa, u) wiederkehrt.

Nicht minder auffallend ist dann die unstreitig nur durch den Aufenthalt im Wasser bedingte Convergenz zwischen den Larven der Eintagsfliegen (r) und jenen gewisser Schwimmkäfer (Gyrinus E), deren als Kiemenflossen dienende Hinterleibsanhänge in beiden Ordnungen oft so ähnlich sind, als ob man es faktisch mit „Parallelschöpfungen" (Kirby) zu thun hätte.

Auch manche der sog. campodeaförmigen Larven dürften bei ihrer z. Th. sehr großen innern Verschiedenheit wohl kaum auf gleiche Abstammung, sondern lediglich auf ähnliche Anpassung zurückzuführen sein, und sind in Folge dessen ganz darnach angethan, uns beim Aufsuchen der Ursprungsformen der Insekten auf eine falsche Fährte zu leiten. —

Was dann aber die divergenten Anpassungen betrifft, so wird man mit Hilfe unseres Tableaux nicht lange nach Belegen suchen.

Man nehme beispielsweise die Käferreihe (A—E). Da finden wir drei Larven (B, D und E), von denen wohl jeder zugeben wird, daß sie von einander sehr bedeutend verschieden

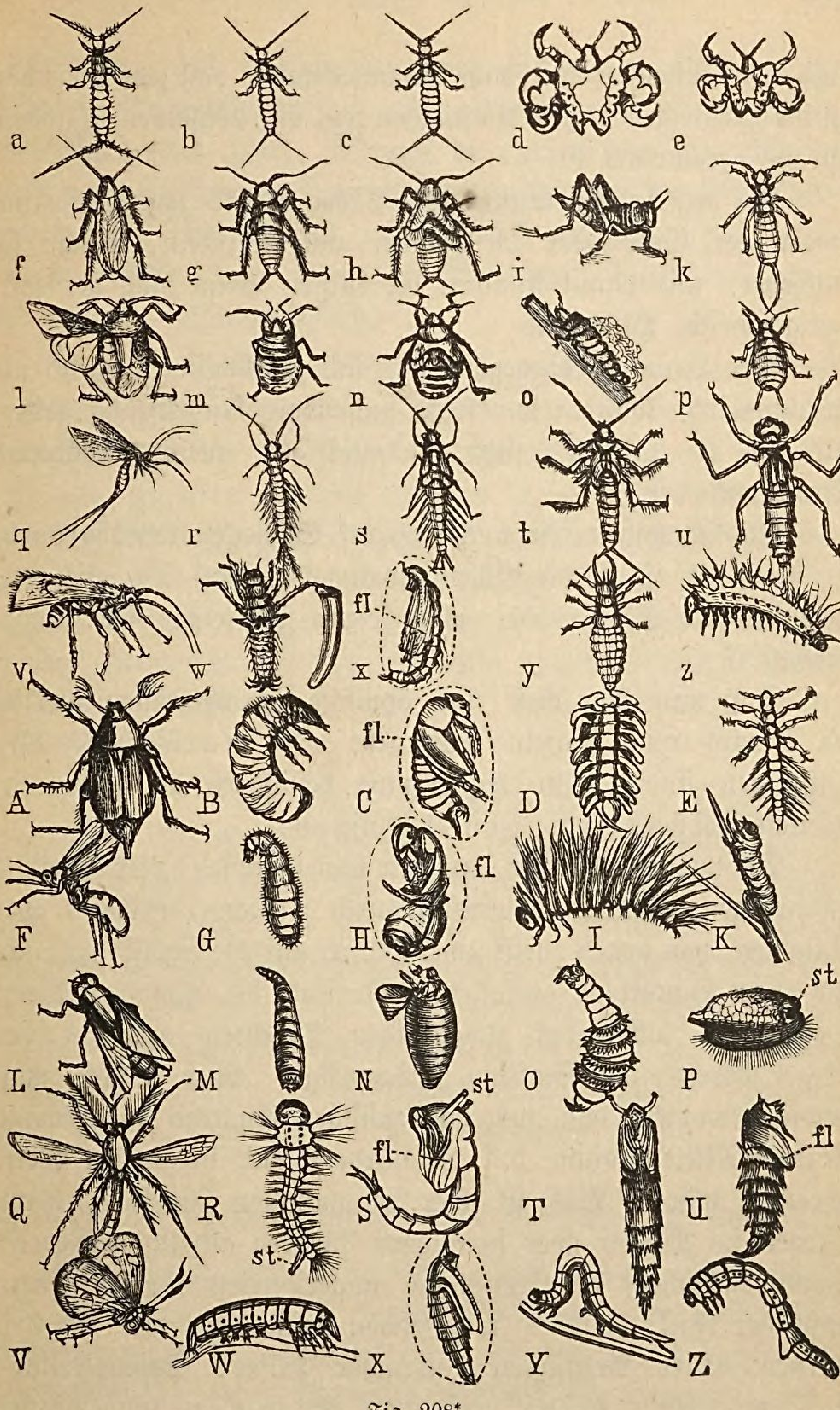

a
b
c
d
e
f
g
h
i
k
l
m
n
o
p
q
r
s
t
u
v
w
fl
x
y
z
A
B
fl
C
D
E
fl
F
G
H
I
K
st
L
M
N
st
O
P
Q
R
fl
S
T
fl
U
st
V
W
X
Y
Z

Fig. 208*.

sind, was offenbar nur daher kommen kann, daß jede derselben unter ganz eigenartigen Umständen lebt und denselben in hohem Grade accomodirt ist.

So vegetirt bekanntlich die Larve B als sog. Engerling unter der Erde oder im Innern von Wurzeln, welche sie aufzehrt, und damit stimmen die kurzen Beine und der sackartige weiche Hinterleib.

Der Larve E hingegen, die sich im Wasser nach Beute herumtreibt, könnten wir keine passendere Ausrüstung geben, als die sie faktisch besitzt, nämlich die mehr erwähnten Tracheenkiemen.

Endlich haben wir noch die auf Schnecken lebende Larve D, und es ist in die Augen springend, daß ihr asselartig verbreiterter Körper der schlüpfrigen Unterlage sehr angemessen ist.

Daß nun aber diese und ähnliche Formzustände wirklich im Kampf ums Dasein erworbene oder natürliche Anpassungen sind, dafür legen ganz besonders die weit verbreiteten Rückbildungen Zeugniß ab.

Die meisten Insekten, um nur Ein Beispiel dieser Gattung zu bringen, athmen bekanntlich durch seitliche Luftlöcher oder Stigmen, von denen meist zwei Paare auf die Brust und acht auf den Hinterleib entfallen, und sind die Anlagen dieser Oeffnungen sowie der zugehörigen Tracheen auch in der Regel bereits am Embryo ausgeprägt. Nun möchte man gewiß erwarten, daß auch das zwischen Embryo und Imago liegende Mittelstadium, d. i. die Larve, damit in gleicher Weise versehen wäre. Das ist aber bei manchen Insekten, deren Larven im Wasser oder in andern für ein allseitig offenes (holopneustisches) Tracheensystem ungeeigneten Medien leben, nicht der Fall, sondern wir finden entweder, wie bei den Larven vieler Netzflügler, mancher Käfer, Schmetterlinge u. s. w., gar keine offenen Stigmen (apneustisch),

dafür aber, als echt provisorische Bildungen, die oft erwähnten Kiemenflossen — oder *nur einzelne* (hemipneustisch), und zwar, je nach der besonderen Lebensweise, entweder ganz hinten (metapneustisch), wie bei den Muscidenmaden, bei Hydrophilus, Culex u. s. w., oder nur vorne (propneustisch), resp. (wie bei Musciden, Oestriden) vorne und hinten (amphipneustisch).

Nun, wie lassen sich diese z. Th. ganz bewundernswerth „zweckmäßigen" Verhältnisse anders erklären, als durch die Annahme, daß die betreffenden Larven gleich andern normalathmigen Insekten ehemals in der freien Luft lebten und, wie der Embryo zeigt, auch die typischen Insektenstigmen besaßen, nachträglich aber in das Wasser oder in die gewissen anderen Medien geriethen, und daß dann in Folge dessen die für die geänderten Lebensverhältnisse unvortheilhaften offenen Stigmen und Tracheen nach und nach einer Rückbildung anheimfielen?

Diese neuerlichst durch *Palmen* auf das eingehendste begründete Auffassung findet ihre glänzende Bestätigung in dem durch denselben Forscher gelieferten ausgedehnten Nachweis, daß es sich hier gar nicht um ein absolutes Fehlen der gewissen Athemvorrichtungen, sondern lediglich um eine *provisorische oder temporäre Reduktion und Funktionseinstellung* handelt, und es wäre in der That des Versuches werth, zu erproben, ob sich solche Veränderungen nicht vielleicht auch auf künstliche Weise herbeiführen ließen.

II. Erklärung der Metamorphose durch Vererbung und Anpassung.

Wir überzeugten uns soeben, daß gewisse Zustände in der heutigen Entwicklung des Individuums auf thatsächliche Veränderungen der Insekten im Laufe der Zeit d. i. also auf deren historische (oder Stammes-)Entwicklung hinweisen, sowie

aus allem Bisherigen hervorleuchtet, daß diese beiden Entwicklungsreihen sich gegenseitig erläutern und erklären.

Da nun aber, strenge genommen, die individuelle Entwicklung sowohl mit Rücksicht auf die Zahl der untersuchten Insekten als hinsichtlich der Vollständigkeit der Untersuchung nur theilweise bekannt und auch die paläontologische Ueberlieferung trotz der zahlreichen Funde der letzten Jahre, eine äußerst mangelhafte ist*), so versteht es sich von selbst, daß man bei der Erklärung der Metamorphose allenthalben auf unüberwindliche Hindernisse stößt.

Das und der Zweck des Buches verbietet uns denn auch im Nachfolgenden über die Darlegung einiger allgemeinerer Gesichtspunkte hinauszugehen.**)

Die Vergleichung der Insekten mit andern Gliederthieren (Tausendfüßer, Spinnen, Krebse, Ringelwürmer) zeigt uns an ihrem Körper zwei Gruppen von Merkmalen: solche (Gliederung, Segmentanhänge p. p. gewisse innere Einrichtungen), die sie mit den genannten theilen, das ist der Typus der Gliederthiere; und dann solche (Flügel, Flügelbrust, Segmentgruppirung ꝛc.), die sie ganz allein haben, das ist der Typus des Insekts.

Den Typus des Gliederthiers sagen wir nun, haben die Insekten von einem Gliederthier geerbt, oder sie stammen von einem mit den betreffenden ganz allgemeinen Merkmalen versehenen Gliederthier ab; das rein Insektische aber haben sie später selbständig (durch Veränderung und Anpassung)

*) Eine gedrängte Darstellung des gegenwärtigen Standes sowie der Literatur der Insekten-Paläontologie gibt (Memoires of the Boston Soc. of Nat. History 1879) der berühmte amerikanische Entomologe Samuel H. Scudder, dem diese Disciplin unstreitig einen neuen Aufschwung zu verdanken hat.

**) Ein Porträt des Urinsektes sowie eine ausführliche Genealogie der Kerfe hat P. Mayer (Jenaische Zeitschrift 1876) entworfen.

erworben und zwar theils ganz neu erworben (wahrscheinlich Flügel u. A.), theils durch Umänderung gewisser Einrichtungen ihrer Vorfahren (Beine, Mundtheile ꝛc.).

Die historische Entwicklung eines Insekts bestünde demnach aus zwei Abschnitten, nämlich aus der Vorgeschichte (Entwicklung der Vorfahren) und aus der eigenen.

Zwei ähnliche Perioden zeigt uns nun auch in der That die individuelle Entwicklung eines Insekts, insofern nämlich im ersten Abschnitt im Allgemeinen wenigstens zunächst der Typus eines Gliederthiers und erst im zweiten der des Insekts zur Ausbildung kommt.

Nun scheint die Erklärung der Ontogenie und speciell des zweiten Abschnittes sehr einfach zu sein.

Denken wir uns einmal als Stamminsekt ein sechsbeiniges aber noch ganz flügelloses Gliederthier und zwar in zwei Exemplaren.

Die Nachkommen des einen Exemplars seien im Laufe der Zeit stets unter ähnlichen Verhältnissen geblieben, hätten sich aber denselben, im Kampf ums Dasein, immer vollkommener angepaßt und hätten im gleichen Sinne auch nach und nach die Flugorgane, sowie manche andere imaginale Charaktere erworben.

Die Wiederholung oder Recapitulation dieser successiven Vervollkommnungen bei den einzelnen Generationen am Individuum gäbe nun das, was wir die einfache fortschreitende Entwicklung nennen.

Die Nachkommen des andern Exemplars dagegen wären im Laufe der Zeit unter sehr abweichenden Bedingungen gerathen und hätten in Folge dessen nach und nach auch sehr abweichende Gestaltungen angenommen, wobei es jedoch schließlich zu einem ähnlichen Resultat wie im ersten Fall d. i. zur Erzeugung einer geflügelten und überhaupt einer echt imaginalen Generation kam.

Die Reproduktion dieser zweiten Reihe von Veränderungen wäre dann offenbar das, was wir Entwicklung mit Metamorphose heißen.

Ja soll denn aber die gegenwärtige Entwicklung wirklich nur eine schablonenmäßige Aneinanderreihung früherer Formzustände sein?

Eine einfache Betrachtung lehrt, daß dies durchaus nicht der Fall sein kann. Wir dürfen nämlich u. A. nicht vergessen, daß die Bedingungen, unter denen sich die Insekten gegenwärtig entwickeln, vielfach ganz andere sind wie in frühern Perioden, und unsere Hauptaufgabe ist es nun eben zu zeigen, was die individuelle Entwicklung von der historischen oder Stammesgeschichte unterscheidet, was also die specifische Eigenart derselben bedingt und ausmacht.

Die wichtigste Eigenthümlichkeit der Ontogenese liegt zunächst in der durch die Kürze der Zeit bedingten Zusammenziehung oder Verkürzung der Stammentwicklung.

Als Beispiel nennen wir die Flügelbildung. Diese Organe sind unstreitig das Resultat von sucessiven Vervollkommnungen gewisser Hautfalten, die wohl erst im Laufe zahlreicher Generationen so weit gediehen sind.

In der Ontogenese aber wird dieser Proceß sehr rasch abgewickelt, ja vielfach ist die so stufenreiche historische Flügelbildungsperiode scheinbar nur durch ein einziges Stadium vertreten.

Eine zweite Eigenart beruht auf einer andern Eintheilung der Entwicklungsperioden.

Wenn die Thiere gewisse Activorgane, wie z. B. die Geh- oder Sehwerkzeuge, wirklich durch Anpassung im Kampf ums Dasein erworben haben, so ist doch klar, daß dies nicht im Zustande des Eies, wo es ja noch nichts zu laufen und zu sehen gibt, sondern erst später, während ihres freien Lebens geschehen sein kann.

Trotz alledem kommt der Kerfembryo, wie bekannt, schon vollständig gewappnet aus der Schale, ja es entwickeln sich bereits im Ei sogar solche Einrichtungen, wie z. B. die Facettaugen (der Ametabolen), die Stigmen u. s. w., welche phylogenetisch gewiß relativ jungen Datums sind.

Bedenken wir aber, daß ein Thier und gar ein so ungeheurer Concurrenz und Anfeindung ausgesetztes, wie das Insekt, schon für den ersten Bedarf des freien Lebens

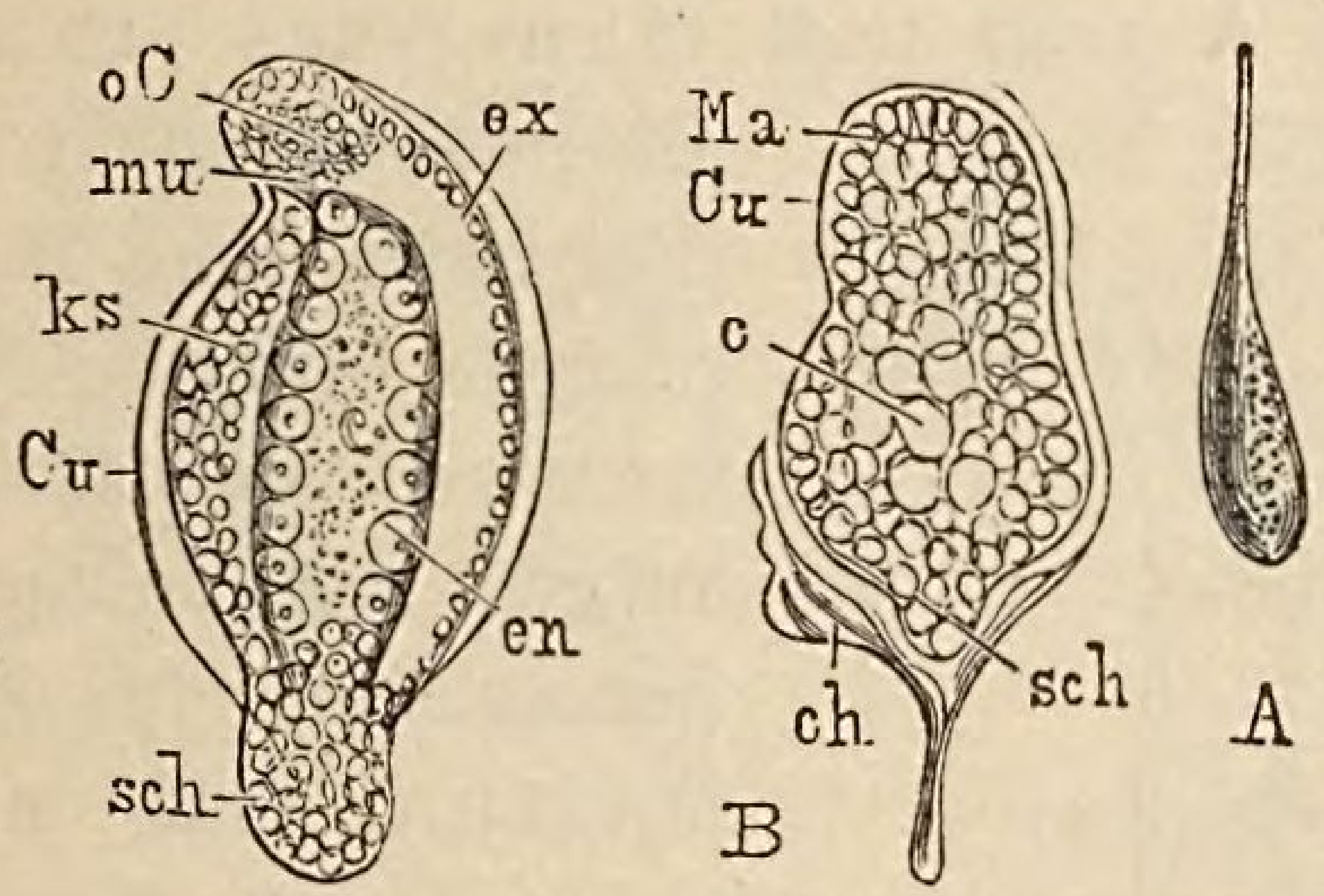


Fig. 209.
Entwicklung einer Schlupfwespe (Polynema natans), nach Ganin.
A Gestieltes Ei.
B Erste Larvenform mit Theilen der gesprengten Eihaut (ch). Ma Hautepithel (Exoderm), Cu die davon abgesonderte Cuticula, c große Central- (Entoderm-) Zellen, sch schwanzartiger Anhang.
C Umwandlung in die zweite Larvenform. Anlage eines Keimstreifs (ks), Bildung des Darmes (en), oG Gehirnganglion, mu Mundspalte. Die Cuticula (Cu) der ersten Larvenform ist gelockert.

die gewissen Hilfswerkzeuge sehr wohl brauchen kann, so werden wir es vollständig begreifen, daß sich im Laufe der Zeit in Folge der durch gewisse Schwankungen der Bildungsvorgänge ermöglichten Zuchtwahl die embryonale Entwicklungsperiode unter Verkürzung der postembryonalen und unter Vergrößerung des Nahrungsdotters sehr bedeutend verlängert hat.

Sowie es aber für die meisten Insekten von großem Vortheil ist, daß sie möglichst spät beziehungsweise in einem

schon sehr weit vorgeschrittenen Entwicklungszustand das Ei verlassen, so kann es, zumal bei großer Kleinheit des Eies, ausnahmsweise auch von Nutzen sein, daß der Embryo möglichst früh in die Lage versetzt wird, das demselben zu seiner höhern Ausbildung im Ei mangelnde Material selbst zu erwerben.

Eine derartige Verkürzung des Embryonallebens kommt nun auch faktisch bei mehreren Insekten, am auffallendsten bei gewissen durch ihre winzigen Eier bekannten Schlupfwespen (Pteromalinen) vor.

Fig. 209 A zeigt nach Ganin das mit einem langen Stiel versehene Ei einer solchen (Polynema) und B die in überraschend kurzer Zeit daraus hervorgehende (erste) Larve. Der äußern noch völlig indifferenten Form nach ist letztere aber sozusagen selbst noch ein Ei, und auch das Innere zeigt uns statt der mannigfaltigen Organe anderer Kerflarven nichts weiter als einen Haufen Zellen, die sich später (C) in eine Hautlage (ex) und in eine eine Art Darmhöhle formirende Binnenlage (en) sondern. Genannte Höhle und eine in sie einmündende Mundspalte sind auch die einzigen Organe, welche der schon weiter entwickelten (oder zweiten) Larvenform zukommen und mit welchen sie die oben angedeutete Funktion der Ernährung vollziehen.

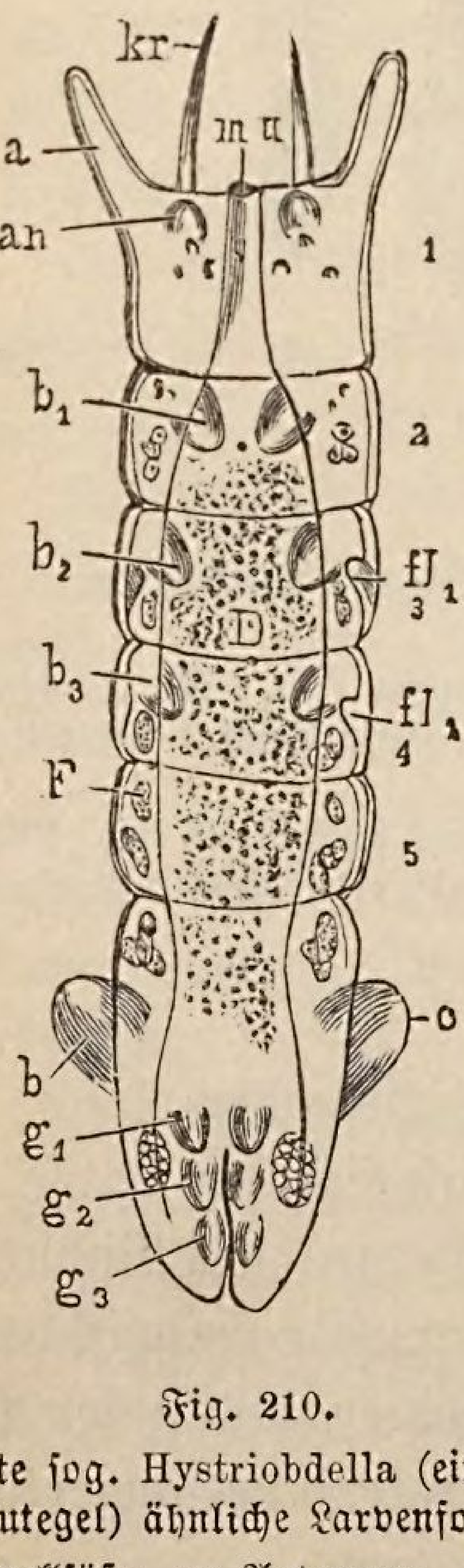


Fig. 210.
Dritte sog. Hystriobdella (eine Art Blutegel) ähnliche Larvenform.

kr Krallfüße, an Antennen-, b1, b2, b3 Bein-, fl1, fl2 Flügel- und g1, g2, g3 Genitalanlagen, F Fettkörper.

Das, was andere Insekten und Gliederthiere überhaupt so auszeichnet, nämlich ein System von Nerven und Muskeln, kommt erst später aus einer keimstreifartigen Verdickung des Bauchexoderms (ks) zum Vorschein. Die definitive (3.) Larvenform ist in Fig. 210 dargestellt.

Bei einigen andern Pteromalinen (Platygaster z. B.) ist die erste Larve (Fig. 211 D) wegen gewisser aus der Abbildung ersichtlichen Hilfswerkzeuge allerdings viel höher als bei

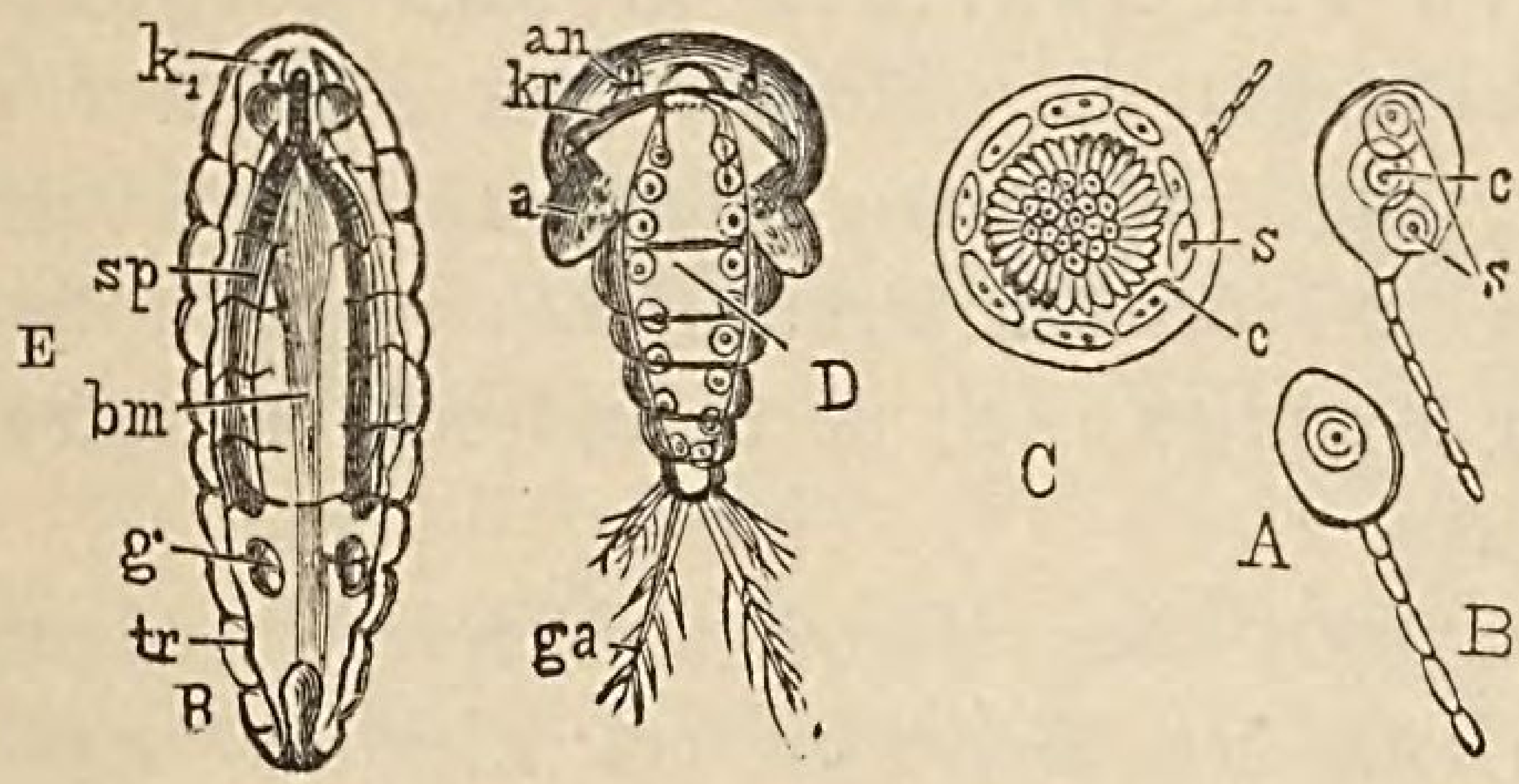


Fig. 211.
Entwicklung einer andern Pteromaline (Platygaster).

A Langgestieltes Ei.
B In Theilung.
C Späteres Stadium, wo aus der Centralzelle (c) ein solider Zellhaufen, der Embryo, und aus den Polarzellen (s) die Embryonalhülle entstanden.
D Erste, aus dem Ei ausgeschlüpfte sog. cyclopsartige Larvenform, an Antennen, kr große einschlagbare Krallfüße, ga gabelästiger Schwanzanhang (sog. Furca).
E Dritte Larvenform. k1 Oberkiefer, sp große Speicheldrüsen beiderseits des Darmes, bm strangförmiges Bauchmark, tr Tracheen, g Anlagen der Geschlechtsorgane.

Polynema; ihr Inneres ist aber kaum weniger mangelhaft und geht der endgiltigen typischen Larve (E) gleichfalls ein halb puppen-, halb embryoartiges Mittelstadium mit Keimstreif voraus.

Oft ungemein schwer zu unterscheiden von der jetzt erläuterten Verlängerung resp. Verkürzung einzelner Entwicklungsperioden ist die eigentliche *Verschiebung* derselben,

wir meinen die Erscheinung, daß in Folge vortheilhafter Abänderungen und Anpassungen gewisse Charaktere, welche die Vorfahren der Insekten relativ spät erworben haben, in der Jetztentwicklung relativ früh und umgekehrt auftreten.

Beiderlei Arten von Verschiebungen kommen in der Regel, wie folgendes Beispiel lehren mag, vereint vor.

Die Flügel nimmt man wohl durchgehends, da sie ja ein gemeinsames oder Klassenmerkmal aller eigentlichen Insekten bilden und auch bereits an den Kerfen der Devon-Formation den heutigen Typus zeigen, als sehr frühe Erwerbungen an. Nehmen wir nun aber z. B. eine Werre, so zeigen sich deren Flügelanlagen erst nach einigen Häutungen, und bei den metabolischen Insekten kommen sie, äußerlich wenigstens, überhaupt erst im letzten Stadium zum Vorschein.

Wir nannten aber speciell die Werre, weil man dieser schon gleich nach dem Verlassen des Eies und bevor sie also eine Spur der gewissen allgemein insektischen Organe d. i. der Flügel zeigt, nicht bloß die Ordnung und Familie, sondern fast schon die Gattung ankennt, zu der sie gehört.

Würden wir nun die gegenwärtige Entwicklung der Werre als getreue und nicht als „gefälschte" Wiedergabe der Stammesgeschichte ansehen, so kämen wir zu dem gewiß höchst seltsamen Schluß, daß unser Thier zuerst eine Werre und dann erst ein (geflügeltes) Insekt geworden ist.

Aus den bisherigen Mittheilungen ersieht man, daß sich die Erklärung der (gegenwärtigen) Metamorphose im Wesentlichen um die Frage dreht, welche Formzustände oder Entwicklungsstadien relativ ursprünglich und welche verhältnißmäßig neuern Datums sind, und wir wollen uns nun darüber kurz zu orientiren suchen.

Vergleichen wir zu diesem Zwecke zunächst die Endstadien d. h. die Imagines der verschiedenen Insekten, so muß man zugeben,

daß dieselben trotz vieler Differenzen im Ganzen und Großen doch nur Variationen eines und desselben Typus sind, und besonders der mehr erwähnte Umstand, daß alle gerade in einem Merkmal, das kein anderes Thier besitzt, wir meinen durch den Besitz der Flügel übereinstimmen, läßt, will man nicht zur Annahme greifen, daß die verschiedenen Insekten diese Organe selbständig durch convergente Anpassung erworben haben, wohl keine andere Auffassung zu als die, daß alle Kerfimagines von einer gemeinsamen geflügelten Urform abstammen, und daß also das specifisch Imaginale derselben, zumal der Flügelbesitz etwas relativ Ursprüngliches oder Früherworbenes ist.

Da nun aber, wenigstens der Regel nach, Aehnliches nur aus Aehnlichem hervorgehen kann, so ist klar, daß während der Silur-Periode oder noch früher, wo die ersten imaginalen d. h. geflügelten Insekten entstanden, auch deren Vorstadien resp. deren Larven sowohl unter einander als auch den Imagines ähnlich gewesen sein mußten.

Mustern wir nun aber die gegenwärtigen Vorstadien der metabolischen Insekten, so finden wir bekanntlich, daß diese allgemeine Aehnlichkeit, welche, den einheitlichen Ursprung der Insekten vorausgesetzt, unseres Erachtens einmal nothwendig bestanden haben muß, jetzt nicht mehr besteht, daß vielmehr sogar solche Larven, deren Imagines einander fast vollständig gleich sehen, oft so sehr von einander verschieden sind, daß man nicht einmal einen gemeinsamen Typus zu erkennen vermag.

Diese Erscheinung läßt nun offenbar keine andere Erklärung zu als die, daß das specifisch Larvale gewisser heutiger Vorstadien relativ weit jüngeren Ursprungs als das Imaginale ist, oder mit andern Worten, daß die Vorstadien der Insekten in Folge neuer für sie vortheilhafter Anpassungen erst zu einer Zeit von einander stärker zu

divergiren anfingen, als die historische Periode der Imaginalisirung schon vorüber war. *)

Ja, wird man einwerfen, wie kommt es denn, daß, wenn sich die Larven im Laufe der Zeit so sehr verändert haben und einander z. Th. so außerordentlich unähnlich geworden sind, ihre Imagines, wie oben behauptet worden, doch wenigstens im Ganzen immer noch einen einheitlichen Charakter darbieten?

Dieser für unsere Theorie scheinbar höchst bedenkliche Einwurf findet indeß in einer bereits in der vergleichenden Lebensgeschichte bewiesenen Thatsache ihre Erledigung, daß nämlich die verschiedenen Entwicklungsstadien eines Thieres bis zu einem gewissen Grade ganz unabhängig von einander variiren können, indem, um uns J. Lubbock's Worte zu bedienen, „die äußeren Kräfte, die auf die Larven einwirken, von denen verschieden sind, welche die reife Form beeinflussen, und dem entsprechend in den Jungen Veränderungen hervorgebracht werden, welche weniger auf die definitive Gestalt als auf die augenblicklichen Bedürfnisse Bezug haben".

Wenn man nun auch einsehen und zugeben muß, daß Larve und Imago durch gewisse äußere Umstände faktisch

---

*) Gegen eine solche Ansicht spricht scheinbar der Umstand, daß bei andern Thierklassen, z. B. bei den Krebsen und Stachelhäutern, die Verhältnisse insoferne gerade umgekehrt liegen, als hier unstreitig die Larven einander bei weitem ähnlicher als die Imagines sind. Es ist jedoch u. A. zu erwägen, daß die ersten freien Lebensstadien der genannten Geschöpfe ihrer noch wenig differencirten Organisation halber nicht mit den weit höher stehenden Larven, sondern vielmehr mit den Embryonen der Insekten zu vergleichen wären, welche letztere einander ja gleichfalls viel näher stehen als die Imagines.

verändert werden und daß ferner die Veränderungen des einen Stadiums nicht immer auch eine gleichgerichtete oder correspondirende Umgestaltung des andern bedingt, so bleibt es doch immerhin sehr auffallend, daß die Unterschiede zwischen Larve und Imago oft so außerordentlich groß sind, ja daß ein und dasselbe Wesen nach einander geradezu contrastirende Formen und Lebensgewohnheiten darbietet.

Und in der That ist mit der Berührung dieser Frage der eigentliche Kernpunkt des gesammten Metamorphosen-problems getroffen — zugleich aber auch die Gelegenheit geboten, zu zeigen, daß gerade hier die Theorie der natürlichen Zuchtwahl die einfachste und die vollkommenste Lösung gibt.

Es ist zunächst die Thatsache vorauszuschicken, daß in Anbetracht der ganz enormen, der alle Begriffe übersteigenden Menge der Insekten auch der Kampf ums Dasein und zumal um die Nahrung ein ganz ungeheurer ist und daß von all den unzähligen Concurrenten immer nur verhältnißmäßig wenige Individuen ihren Zweck erreichen und ihre Art fortpflanzen, während die übrigen vorzeitig zu Grunde gehen.

Unter solchen Umständen ist nun wohl klar, daß ein Insekt, welches im Laufe seines Daseins vermöge der Art seiner Entwicklung ein doppeltes Nahrungsgebiet beherrschen würde, wir meinen ein solches, das als Larve etwa zum Abweiden der Pflanzen, später aber, als Imago, zum Aufsaugen des Blütenhonigs eingerichtet wäre, sich in Vortheil befände vor einem andern, das in beiden Lebensaltern ungefähr die gleiche Organisation besäße und in Folge dessen entweder nur Blätter kauen oder nur Honig saugen könnte.

Wenn dies aber im Allgemeinen wenigstens und speciell für die durch einen großen Individuenreichthum ausgezeichneten Insektenformen richtig ist, dann ist auch einleuchtend, daß die natürliche Zuchtwahl eine solche durch die

ganze Naturökonomie gebotene Arbeits- und Nahrungstheilung durch Erhaltung und Anhäufung geeigneter Körperveränderungen kräftigst unterstützen wird, und so kann es unter Umständen schließlich auch zu jener totalen Wechsellebigkeit und Wechselgestaltigkeit kommen, wie sie ja auch bei andern Thieren, z. B. bei den parasitischen Würmern, eine hervorragende Rolle spielt.*) —

Was nun aber das Weitere, d. i. die wirkliche Inscenirung einer solchen Gegensätzlichkeit und Sonderung zwischen Larve und Imago anlangt, so hat man da folgende Punkte zu beachten: 1) die Betheiligung der einzelnen Entwicklungsstadien bei solchen Anpassungen und dann 2) die Art und Weise, wie diese geschehen und auf welche Organe sie sich hauptsächlich erstrecken.

Hinsichtlich des ersten Punktes sei kurz bemerkt, daß zwar selbstverständlich alle Lebensstadien abänderungs- und anpassungsfähig sind, daß aber erstens bei den gestaltlich noch weniger differenzirten Larven solche Umformungen leichter ausführbar sind als bei einem in morphologischer Beziehung so allseitig scharf determinirten Wesen wie es das Imago ist, und dann zweitens, daß auch die Wahrscheinlichkeit und Dringlichkeit einer solchen Transformation bei den Larven um so größer ist, je länger ihr Leben im Verhältniß zum Imago dauert, je länger sie also auch — zumal wenn der Nahrungserwerb fast ausschließlich ihnen allein zufällt — den unausbleiblichen Kampf ums Dasein zu führen haben.

Was dann aber den zweiten Punkt d. i. die Natur dieser Anpassungen und zwar speciell bei der Larve betrifft, so ist hier nach dem Frühern eine doppelte Erscheinung zu

---

*) Sehr verstärkt wird diese Divergenz durch die vielfältigen Anpassungen des Imago an die Verrichtungen der Fortpflanzung.



Fig. 212. Raupennest von Bombyx Radama aus Madagaskar, nach Coquerel.

unterscheiden, nämlich: 1) die Eliminirung ehemaliger aber für die neuen Lebensverhältnisse zweckwidriger oder doch überflüssiger imaginaler Charaktere, wie z. B. der Flügel, der Facettaugen u. s. w., wir nennen dies kurz die Ent-Imaginalisirung, und dann 2) die Erwerbung neuer, rein provisorischer Einrichtungen, d. i. also die eigentliche Larvalisirung.

Bezüglich der Ent-Imaginalisirung möchten wir noch darauf zurückkommen, daß die versteckte, wir meinen die durch Einstülpung oder gar durch rein innerliche Keime bewerkstelligte Imaginalbildung vieler Larven als eine für ihr Leben vortheilhafte Anpassung oder Abänderung zu betrachten sein dürfte, während umgekehrt z. B. das frühe Auftreten der Netzaugen bei der räuberischen Corethra-Larve eine durch naheliegende Umstände erzeugte Wiederannäherung an das Imago bedeutet.

Wenn nun aber die Larve gewisser Insekten in der angedeuteten Weise nach und nach ihre ehemalige unmittelbare Beziehung zur Organisation des Imago großentheils aufgibt, wie soll dann aus ihr dennoch das letztere hervorgehen?

Nun, diese Vermittlung besorgt eben an Stelle der emancipirten Larve ein anderes Wesen und das ist, wie der Leser wohl schon errathen haben wird, die Puppe.

Da sei denn aber zunächst dieses hervorgehoben. — Wir können uns sehr leicht — und müssen es nach der Theorie — vorstellen, daß Insekten, welche ihre gegenwärtige Entwicklung im Zustand des geflügelten Imago beschließen, dies ehemals als Larven, sagen wir in einem ganz oder fast ungeflügelten Zustand thaten, und daß also Larven als geschlechtsreife Endformen wirklich einmal gelebt haben und z. Th. noch leben. Dagegen können wir uns unmöglich denken, daß dasselbe auch hinsichtlich der typischen Puppe jemals der Fall gewesen sei; denn wie könnte ein Wesen, wie etwa die

Tonnenpuppe der Fliege, sich fortpflanzen oder überhaupt ein Lebendiges repräsentiren? Daraus folgt aber, daß die Puppe kein ursprüngliches oder phylogenetisches, sondern lediglich ein secundäres, ein specifisch ontogenetisches Entwicklungsstadium ist.

Man kann aber die Zeit und die Art der Puppen-Bildung noch genauer bestimmen.

Echte oder typische Puppen, so sagen wir, existiren genau so lange, als es stark entimaginalisirte Larven gibt; denn die Puppe ist ja eben nichts Anderes als die gedrängte Zusammenfassung der ehemals zwischen Larve und Imago bestandenen Uebergangszustände, und dieses specifische Verwandlungsstadium erscheint biologisch um so unselbständiger, je selbständiger und eigenartiger die Larve ist und je höher sich zugleich das heutige Imago über das alte erhoben hat.

Bei dieser gleichfalls unter das Princip der Arbeitstheilung fallenden Sonderung in eine Periode des Wachsthums oder der Larve und in eine Periode der Verwandlung oder der Puppe dürfte aber möglicherweise noch ein zweiter Faktor von Bedeutung sein.

Es scheint eine Thatsache, daß in unsern kältern Klimaten der Zustand der Puppe meist in den Winter, in den tropischen Ländern hingegen in die Zeit der größten Trockenheit, also beide Male in Perioden fällt, wo die für den Unterhalt vieler Insekten nothwendigen Bedingungen nicht vorhanden sind.

Nun ist klar, daß viele Kerfe, welche gegenwärtig diese ungünstige Jahreszeit als ruhende und keiner Nahrung bedürftige Puppen verbringen, umkommen beziehungsweise ver-

hungern würden, wenn sie dies in einem freilebigen und nahrungsbedürftigen Zustand thun müßten, und in diesem Sinne darf wohl die an denselben häufig zum Ausdruck gelangende Mumificirung als eine auf den Schutz des Individuums abzielende Anpassung betrachtet werden.



Fig. 213.
a Raupe, b eingesponnene Puppe, c eierlegendes, fast flügelloses Imago des Kiefernspinners, nach Ratzeburg.

Wenn wir aber im Vorhergehenden die Larven und Puppen der metabolischen Insekten als im Allgemeinen relativ spät entstandene Zustände bezeichneten, so soll damit hinsichtlich der heutigen Imagines, welche den Kreis der Entwicklung

abschließen, selbstverständlich nicht im entferntesten gesagt sein, daß sie noch alle den Ur-Insekten glichen.

Der allgemeinste Typus der letzteren, der seiner Vortrefflichkeit halber auch kaum eine wesentliche Verbesserung zuließ, ist allerdings mit erstaunlicher Treue bewahrt worden; alles Uebrige aber, die ganze Detailausführung ist z. Th. gewiß jüngern Ursprungs, und wie sehr auch das Imago dem Einfluß einer veränderlichen Außenwelt unterliegt, das sehen wir u. A. an den Immenbremen und Schildläusen (S. 300), bei denen sich nur das freilebige Männchen zum geflügelten Imago verwandelt, während das Weibchen, sicherlich in Folge seines Parasitismus, noch unter den Zustand der Larve herabsank.

Daß nun aber die Erklärung der Insekten-Metamorphose, wie sie jetzt flüchtig skizzirt wurde, keineswegs etwa, wie es Manchem scheinen mag, jeder realen Grundlage entbehrt, das wird sich zum Schlusse aus folgender Thatsache ergeben.

Es ist, wofür die oben citirte Abhandlung Scudder's die nöthigen Belege enthält, einfach die, daß in den allerältesten Ablagerungen — von der Silurformation an bis herauf zu den durch einen fast unermeßlichen Zeitraum getrennten Juraschichten — wo es bereits Insekten aus allen Ordnungen der A- und Hemimetabolen, Geradflügler, Netzflügler, Schnabelkerfe und auch Käfer in reichster Fülle gab, bisher auch nicht ein einziges echt-metabolisches Kerf, d. i. weder ein Haut- noch ein Zweiflügler oder ein Schmetterling gefunden wurde, und daß also höchst wahrscheinlich während jener ganzen langen Periode auch noch keine typischen Larven und Puppen existirt haben.

Diese Thatsache läßt nun wohl, will man nicht zur völlig willkürlichen und unbegründeten Hypothese einer wiederholten Schöpfung die Zuflucht nehmen, keine andere Deutung zu, als die, daß die Metamorphose faktisch keine ursprüngliche, sondern eine erst nachträglich aus der einfachen Entwicklung hervorgegangene Erscheinung ist.

Zusätze.

Biologisches.

1) Ueber die Wechselbeziehung zwischen dem Bau, den Leistungen und den Lebensverhältnissen der Insekten vgl. den meisterhaften Aufsatz von Prof. R. Leukart in Troschel's Archiv 1851.

2) Daß die Variabilität in der Größe der Imagines von der präimaginalen Ernährung abhängt, zeigt sich u. A. bei den Bienen: die in alten und (wegen der zurückbleibenden Cocons früherer Insassen) engeren Zellen aufwachsenden werden kleiner, weil man wahrscheinlich früher zu füttern aufhört.

3) Ueber neue Funde von Höhleninsekten vgl. A. S. Packard jr.: on a new cave fauna in Utah (Bulletin of the survey Vol. III. No. 1. 1877) und the invertebrate cave fauna of Kentucky etc. (American Naturalist 1875).

4) Ueber die Convergenz zwischen den Larvenwohnungen gewisser Schmetterlinge und Netzflügler (S. 66) vgl. die hochinteressanten Angaben von Fritz Müller in Brasilien über Phryganiden (zool. Anzeiger 1878 und 1879, wo man auch am raschesten über die neuesten entomologischen Schriften des In- und Auslandes orientirt wird).

5) Das hohe Alter der xylophagen Käfer (S. 126 ff.) ergibt sich aus: „Bois fossiles perforés par des Coléoptères“ (Annales de la Soc. Ent. d. France 1877).

6) Im III. Kapitel wäre ein besonderer Abschnitt über die noch wenig studirten Associationsgesetze der Kerfe einzuschalten gewesen, und zwar 1. über Association der Nachkommen unter einander, 2. mit den Eltern, 3. mit anderen Kerfen.

7) Ueber das Sichaufhängen der Falterpuppen vgl. besonders Kirby's Werk: „Einleitung in die Entomologie", III. Bd., das, sowie Westwood, eine wahre Schatzkammer hochinteressanter und z. Th. in Vergessenheit gerathener Thatsachen ist. Auch Oken ist sehr lesenswerth. Michelet, „das Insekt", und Figuier (les insectes) Paris 1869, populär.

8) Eine schöne, anschauliche Uebersicht der Wespenbauten gibt besonders Henri de Saussure in seiner „Monographie des Guêpes sociales". Paris-Genève 1858. — Die ausgezeichnet illustrirte Arbeit über exotische Hymenopteren-Bauten von Ch. Horne und Fr. Smith (S. 171 ff.) steht in den „Transactions of the Zoological Society of London", Vol. VII. 1870. — Sonst vgl. noch: „Metamorphoses, mœurs et instinct des Insectes" von E. Blanchard, und A. S. Packard jr.: „Guide to the study of Insects". Salem 1872. — Schöne Hummelnester besitzt Prof. Kristof in Graz, von dem auch das auf S. 195 gez. herrührt. — K. Möbius, Troschel's Archiv 1856.

9) Ueber die wachsschwitzende Phaenax auricoma (S. 209) vgl. Troschel's Archiv 1866 (Prof. Castillo). Ueber Drüsen von Chrysomela etc. Claus, Zeitschr. f. wiss. Zoologie.

10) Das beste neuere Werk über Ameisen-Biologie ist „Les fourmis de la Suisse" von Dr. Aug. Forel (Genève 1874), das uns seinerzeit leider nicht zu Gebote stand.

Strongylognathus testaceus macht (Forel S. 346) keine Sklaven, sondern lebt als Parasit bei Tetr. caespitum.

„Die zwei Rückenröhren der Blattläuse (S. 257) sondern keinen zuckerhaltigen Saft ab, sondern nur ein zähes Wachs, das von den Ameisen nie gesucht wird. Uebrigens haben die Schildläuse und viele Blattläuse gar keine solchen Röhren und werden doch von den Ameisen aufgesucht. Die Zuckertropfen, die die Ameisen lecken, sind vielmehr die — Exkremente der genannten Kerfchen" (vgl. Huber und Forel's Études myrmecologiques 1875).

11) Zu S. 261. Das Verhungern des von seinen Sklaven nicht gefütterten Polyergus wurde bereits von Huber und dann zuerst wieder auf Grund umfangreicher Experimente von Forel (S. 308—310) konstatirt.

Zu S. 254. Daß Ameisen ♀ allein neue Kolonien gründen können, ist nach Forel (S. 253) mehr als zweifelhaft.

12) Weitere interessante Experimente über verschiedene Gewohnheiten, sowie über das Sehen der Ameisen gibt John Lubbock (S. 136) in „the Linnean Society's Journal-Zoologie", vol. XIII u. XIV.

13) Zu S. 289, Generationswechsel. Im Gegensatze zur gewöhnlichen und wohl auch viel begründeteren Anschauung, nach welcher die (freilebigen) Medusen nur höher differenzirte hydroide Geschlechtsorgane (wie sie bekanntlich auch Hydra neben den Sprossen erzeugt), haben wir uns hier mehr einer Ansicht von v. Koch (Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 1872) angeschlossen.

Zu S. 298, Cecidomyiden-Larven &c., vgl. den geistvollen Aufsatz von v. Baer im Bulletin de l'Acad. Petersbourg, Tome IX, sowie Ganin's Arbeit ebendaselbst.

14) Ueber kulturschädliche Insekten: u. A. Gust. Künstler (zool.-bot. Ges. Wien 1871).

Entwicklungsgeschichtliches.

1) Zu S. 372. Das Insekten-Ei kann insoferne mit einer eingekapselten Amöbe verglichen werden, als sein Inhalt, wie wir jüngst beobachteten, sich bei gewissen Formen (Chironomus z. B.) in eine relativ homogene und stark kontraktile Rinden- (sog. Blastem) und in eine nahrungsdotterreiche Mark- oder Binnenschichte sondert. Beide Zonen enthalten aber bereits frühzeitig fertige Zellen, die ihrerseits gleichfalls amöboid sind und sozusagen die lebendige Brut der Ei-Amöbe darstellen.

2) Zu S. 374. Der sog. Nahrungsdotter (Fett- und mehr oder weniger körnige und oft zellähnliche „Eiweiß"-Kugeln) ist bei den von uns untersuchten Insekten sicher ein Differenzirungsprodukt des Eikörpers selbst.

3) Zu S. 380. Ueber die Natur und die Entstehung der ersten Embryonalzellen (Protoblasten). Nach unseren neuesten Beobachtungen findet man dieselben z. Th. bereits an noch nicht ausgewachsenen Ovarium-Eiern und zwar oft in sehr großer Anzahl. Sie bestehen aus einem relativ kleinen (im frischen Zustand) röthlichen Kern (mit mehreren Kernkörperchen), umgeben

von einem selbständigen, anfangs sehr schmalen, später deutlich amöboiden (z. Th. bläulich glänzenden) Plasmahof, und können ihrem Aussehen nach absolut nicht (wie dies Brandt behauptet) mit dem frühzeitig schwindenden resp. sich verändernden großen Keimbläschen verglichen werden. Diese Protoblasten liegen in einem zwischen den Nahrungsdotterelementen sich ausbreitenden protoplasmatischen Netzwerk, das nicht (wie P. Mayer bei Krebsen angibt) direkt mit den eingelagerten Protoblasten zusammenhängt. Kern und Plasmaleib der Protoblasten vergrößern sich und steigen letztere z. Th., wie wir an lebenden Eiern direkt beobachtet, an die blastemartige Oberfläche, um das Blastoderm (Periblast) zu bilden, während die übrigen Zellen den Centro- (bezw. höchst wahrscheinlich den Coelo-) blast ausmachen. — Ueber die lange noch nicht allseitig aufgeklärte Differenzirung des Protoblast in die späteren Keimblätter bei den Wirbelthieren vgl. u. A. Kölliker's Entwicklungsgeschichte, 2. Aufl., sowie Hensen.

4) Zu S. 385, Keimhaut. Die Zellen der polaren Keimhautstrecken bei Chironomus zeigen (nach eigenen Beobachtungen) sehr intensive einseitige Amöboidbewegungen. Sie schicken lange, bis an die Schale reichende Pseudopodien aus und ziehen sie wieder ein.

5) Zu S. 409. Die Deutung der „Dotterklumpen"hüllen bei Pyrrhocoris ist falsch. Solche besitzen die Dotterkugeln schon ursprünglich und das mit Karmin sich roth färbende Netz entspricht dem oberwähnten Plasma-Reticulum. Hier kommt es überhaupt zu keiner Dotterballung.

6) An sich theilenden Blastodermzellen von Insekten und Spinnen konstatirten wir jüngst nach Behandlung mit 2% Essigsäure und Glycerin eine ganz unzweifelhafte „Kernspindel" z. Th. mit aus stark lichtbrechenden Körnern bestehender „Mittelplatte".

7) Von den zahlreichen Schriften über Insekten-Embryologie empfehlen sich besonders: Zaddach (1854), Weismann (Zeitschr. f. w. Zoologie 1864), Bütschli (ebendort 1870), Kowalevski, Embryol. Studien an Würmern und Arthropoden, Petersburg 1871, sowie Brandt Al. (Mémoires de l'Acad. Petersb. 1869). Ueber nachembryonale Entwicklung vgl. die entom. Journale,

besonders auch in den Verhandlungen d. zool. bot. Ges. in Wien die wichtigen Arbeiten von Brauer speciell über Dipteren.

Dann, außer den sonst erwähnten: The ancestry of insects von A. S. Packard (Salem 1873), Beiträge zur postembryonalen Gliedmaßenbildung von H. Dewitz (Zeitschr. f. w. Zool. 30 Bd. Suppl.) und Ganin, Materialen zur Kenntniß der postembryonalen Entwicklung der Insekten, Warschau 1876, eine anscheinend höchst wichtige Arbeit, die wir aber aus Unkenntniß des Russischen nicht eingehender berücksichtigen konnten.

8) Betreffs der Bildung des Musciden-Imago. Aus der Vergleichung neuer eigener Schnitte durch ausgewachsene Falter- und Fliegenlarven ergibt sich hinsichtlich der imaginalen Gliedmaßenanlagen eine auffallende Uebereinstimmung. Die Schnitte der letzteren zeigen bei beiden Formen einen dickwandigen (aus einem hohen Cylinderepithel bestehenden) hohlen Zapfen und eine dünne pflasterepithelartige Umhüllung. Dies deutet auf eine Ectoderm-Invagination. Nach Weismann's Befunden zu urtheilen, bleibt es aber höchst fraglich, ob schon die ersten Anlagen der Fliegenextremitäten (in der jungen Made) dieselbe Differenzirung besitzen, und haben wir bisher auch bei den Musciden vergeblich nach einer Invaginationsöffnung gesucht.

Beachtenswerth ist die zweiblättrige Imaginalanlage vor dem Madenafter (S. 475 Fig. 163 a).

9) Den Abschnitt über die inneren Veränderungen der sog. Ametabola haben wir, obwohl er bereits gesetzt war, weggelassen.

10) Zur Eintheilung der Insekten. Die A- und Hemimetabola werden neuerlich mit den Neuropteren und Käfern als (palaeozoische) Heterometabola zusammengefaßt, denen sich dann die geologisch jüngeren Hautflügler, Dipteren und Falter als Holometabola i. e. S. gegenüberstellen. Ontogenetisch läßt sich diese Eintheilung nicht wohl rechtfertigen.

11) Zu S. 471. Die Schwankungen in der Dichte des wachsenden Insektenkörpers stehen in engem Zusammenhange mit dem relativen Wassergehalte desselben.

Corrigenda.

S. 24 statt recursa lies recussa.
„ 38 „ Weißmann „ Weismann.
„ 121 u. 123 statt betulae „ betuleti und umgekehrt.
„ 259 statt Strongylus „ Strongylognathus.
„ 259 „ Linsecun „ Lincecum.
„ 259 „ maleficiens (!) „ molefaciens.
„ 259 Atta molefaciens = Poyonomyrmex barbatus Smith.
„ 264 Z. 11 v. u.: „wenn es auch noch ꝛc." ist zu streichen.
„ 299 „ 13 v. u. statt Kerfe lies Kerfei.
„ 318 „ 11 v. o. ist „fast" zu streichen.
„ 327 „ 12 v. o. statt „können wir" lies „könnte man".
„ 383 „ 12 v. u. „ Säugethiereies „ Wirbelthiereies.
„ 383 „ 10 v. u. „ bald „ z. Th.
„ 391 „ 10 v. u. „ Conjuncturen „ Conjecturen.
„ 413 (Fig. 123—127) trage man in der aus der Erklärung ersichtlichen Reihenfolge die einzelnen Figuren-Nummern ein. (Desgl. auf S. 416 u. 419.)
„ 448 Z. 5 v. o. schalte zwischen „schließlich immer" das Wort „fast" ein.
„ 451 „ 4 v. u. statt „und der" lies „und die".
„ 509 Erklärung von Fig. 180 statt halb ausgewachsenen Raupe lies ganz-ausgewachsenen.
„ 518 Fig. 187 B ist aus Versehen des Setzers auf den Kopf gestellt.

Einige Urtheile der Presse über das Werk „Graber, Die Insekten.“

Der naturwissenschaftlichen Volksbibliothek: „Die Naturkräfte“ XXI. und XXII. Band.

Band XXI „Graber, Organismus der Insekten.“
Band XXII Abthlg. 1—2 „Graber, Leben der Insekten.“

Ueber letzteren Band, dessen Schlußabtheilung der vorliegende Band bildet, sind der Verlagshandlung erst wenige Recensionen zugekommen.

— Die Darlegung des Insektenorganismus seitens Graber's ist klar, interessant und belehrend und zeugt von den sorgfältigsten Mikroskopstudien des Verfassers.
Das neue Blatt.

— Was der Verfasser über die Mechanik des Insektenleibes beibringt, gehört zu dem Besten, was uns auf diesem Gebiete vorgekommen ist. Hier übt die spielende Leichtigkeit seiner Sprache einen wohlthuenden Einfluß auf den Leser, und zwar um so mehr, je mehr er sich über die Einseitigkeit des Entomologen erhebt und sich als allgemeiner zoologischer Morpholog und Physiolog zeigt. Vor dieser Eigenschaft nehmen wir den Hut ab und freuen uns, daß der äußersten Schule deutschen Geistes, daß der alma mater der Bucowina noch solche Kräfte deutscher Wissenschaft zu Gebote stehen.
Die Natur.

— Die im Verlag von R. Oldenbourg erscheinende Volksbibliothek ist eine der wenigen populären Schriftenfolgen, welche derartig zusammengesetzt sind, daß man jeden neu erscheinenden Band mit einem günstigen Vorurtheile in die Hand nimmt. Dieses Vorurtheil wird wieder einmal auf das Glänzendste gerechtfertigt durch den uns vorliegenden ersten Band der „Insekten“ von Graber. Wir stehen nicht an, zu behaupten, daß derselbe eines der besten populär geschriebenen deutschen Werke aus dem Gebiete der „beschreibenden“ Naturwissenschaften ist. Wenn wir sagen, daß es populär ist, so wollen wir damit lediglich ausdrücken „für Gebildete allgemein verständlich“. Dagegen meinen wir damit nicht, daß es etwa nur eine faßliche Darstellung in der Wissenschaft bereits längst bekannter und verbreiteter Anschauungen sei. Der Verfasser, welcher seit einer Reihe von Jahren selbständig und erfolgreich das Gebiet der Insektenanatomie bebaut hat, legt vielmehr in diesem Buche auch eine Fülle von eigenen bis jetzt unpublicirten Beobachtungen nieder. Wir können nur sagen, daß in dem Werke eine vergleichend physiologisch-anatomische Darstellung des Insektenkörpers gegeben wird, wie wir sie sonst in keinem anderen Werke finden. Nicht wenig tragen zu dem günstigen Eindrucke, welchen jeder Fachmann empfangen muß, die vielen schönen Originalabbildungen bei. — Mit Vergnügen sehen wir dem zweiten Theile entgegen.
Zarncke's Literaturblatt.

— Dr. Graber hat es meisterhaft verstanden, dem denkenden Leser alle die Wunder in dem „Organismus der Insekten“, in Wort und Bild vor Augen zu führen, und zwar in einer solchen Weise und Methode, daß sowohl Laien als Kenner daraus gründliche Belehrung schöpfen können, zugleich aber auch zu einem immer eindringlicheren und ausgedehnteren Studium dieser wundersamen Naturen sich angeregt fühlen.
Elsäßer Bienenzüchter.

— Kundige und Verständige werden dem Verfasser gern zugestehen, daß das Buch, sowohl hinsichtlich vieler darin niedergelegten Specialuntersuchungen, als auch betreffs der ganzen darin ausgesprochenen Anschauungsweise der insektischen Organisation, als etwas völlig Selbsteigenes zu betrachten ist. Dem hochsinnigen Verleger gebührt Dank, daß er dem gediegenen Werke die Bahn eröffnete und mit der Ausstattung nicht kargte, welche letztere namentlich deshalb zu rühmen ist, daß eine so reiche Anzahl instructiver, meistens mikroskopischer Präparate (im ersten Bande 200, in der I. Abthlg. des zweiten 80) beigegeben wurden, aus dem vorzugsweise die gründlichen und minutiösen Forschungen des Verfassers erhellen.
Hamb. Nachr.

— Wir haben ein Originalwerk vor uns, von welchem der in der Insektenkunde vorzüglich bewanderte Verfasser hofft, daß sowohl Laien als Kenner daraus gründliche Belehrung schöpfen, zugleich aber auch zu einem immer eindringlicheren und ausgedehnteren Studium dieser wunderbaren Naturen sich angeregt fühlen mögen. Wenn ich aus der selbst empfangenen Anregung und dem wahren Vergnügen beim Durchlesen des Buches schließen darf, so wird sich der Wunsch erfüllen. Im vorliegenden Theile des Buches ist der Bau der Kerfe so klar und umsichtig dargestellt, wie es der neueste Stand der bekanntlich vom Verfasser oft geförderten Specialwissenschaft verlangte. Und selbst wenn der Text nicht gelungen wäre, so würden die fast ausschließlich neuen, vorzüglich ausgeführten Abbildungen das Werk zu einer höchst beachtenswerthen Erscheinung machen. Die Organisation der Kerfe wird nicht einseitig aufgefaßt, sondern im Umblick auf die gesammte Gliederthierwelt und mit Berücksichtigung der Lehren der allgemeinen Physiologie und der Mechanik der Verrichtungen. So ist z. B. die „Mechanik der Gliedmaßen" ein ganz vorzüglicher Abschnitt ... Wir kommen nochmals auf die Abbildungen zurück. Sie sind die Frucht jahrelanger gründlichster Beobachtungen und eines immensen, von mechanischem Geschick unterstützten Fleißes. Sie nehmen unter den bekannten jetzt existirenden ähnlichen Darstellungen unbedingt den ersten Rang ein. Jedenfalls hat der Verfasser ein Werk von bleibendem Werthe geschaffen. Jenaer Literaturztg.

— Es muß daher das soeben erschienene oben im Titel angeführte Werk von Prof. Graber, welches als XXI. und XXII. Band dem verdienstvollen populär wissenschaftlichen Sammelwerk „Naturkräfte" von Herrn R. Oldenbourg in München angehört, als eine höchst willkommene Erscheinung bezeichnet werden, und es kann dasselbe speciell den Fachentomologen nicht genug empfohlen werden. Verfasser ist nicht nur ein bedeutender Anatom und Histolog, sondern kennt auch sehr gut die Biologie und die Systematik. Den den Insektenanatomen oft gemachten Vorwurf, sie wüßten nicht, welches Thier sie zerlegten, muß hier auch der genaueste Systematiker fallen lassen. Dieses Büchlein, welches den XXI. Band der von R. Oldenbourg in München herausgegebenen „Naturkräfte" bildet, gibt in übersichtlicher und leicht verständlicher Form eine Darstellung des Organismus der Insekten, einer Thierklasse, welche, wie der Verfasser mit Recht bemerkt, zwar nur ein einzelnes Glied in der großen Reihe verschieden organisirter Thiernaturen und im Ganzen sich wesentlich gleich bleibend, doch eine ganz äußerst formreiche Welt für sich allein ausmacht. Die neueren Fortschritte der Wissenschaft sind gehörigen Ortes verwerthet und auch den neueren theoretischen Anschauungen mit Nüchternheit Rechnung getragen. Als besonders interessant und gelungen dürften die Kapitel über die Mechanik der Gliedmaßen und über den Orientirungsapparat (die Sinneswerkzeuge) zu bezeichnen sein. Aber auch die der Ernährung und dem Stoffwechsel gewidmeten Abschnitte sind ebenso eingehend wissenschaftlich, als verständlich und anschaulich gehalten. Eine große Anzahl in den Text eingedruckter guter Holzschnitte trägt wesentlich dazu bei, dieses Buch sowohl dem Anfänger und Liebhaber zur ersten Kenntnißnahme als dem Geübten zum Nachschlagen durchaus empfehlenswerth zu machen. Der Naturforscher.

— Wir stehen nicht an, zu behaupten, daß dasselbe eines der besten populär geschriebenen deutschen Werke auf dem Gebiete der beschreibenden Naturwissenschaften ist. Literarisches Centralblatt.

— ... it is therefore with unmixed pleasure that we welcome the appearance of Dr. Graber's admirable and ably-illustrated treatise. It would be impossible here to give even an outline of the vast series of facts which the learned author has brought together, nothing relative to the organism of insects being regarded as too insignificant for careful and unwearied research; as an instance of the thoroughness of his labours we would especially call attention to his interesting observations on the action of the legs of insects when walking, a point which he seems thoroughly to have studied and which he has amply illustrated, although many students would probably have regarded it as a matter of little moment. In fine, the entire volume is most valuable, and should be esteemed as a necessary hand-book, not only by every entomologist, but by all who have the interests of natural science at heart. The Nature.

Graber, Vitus,

Die Insekten

Bd.: 2,2

München 1879